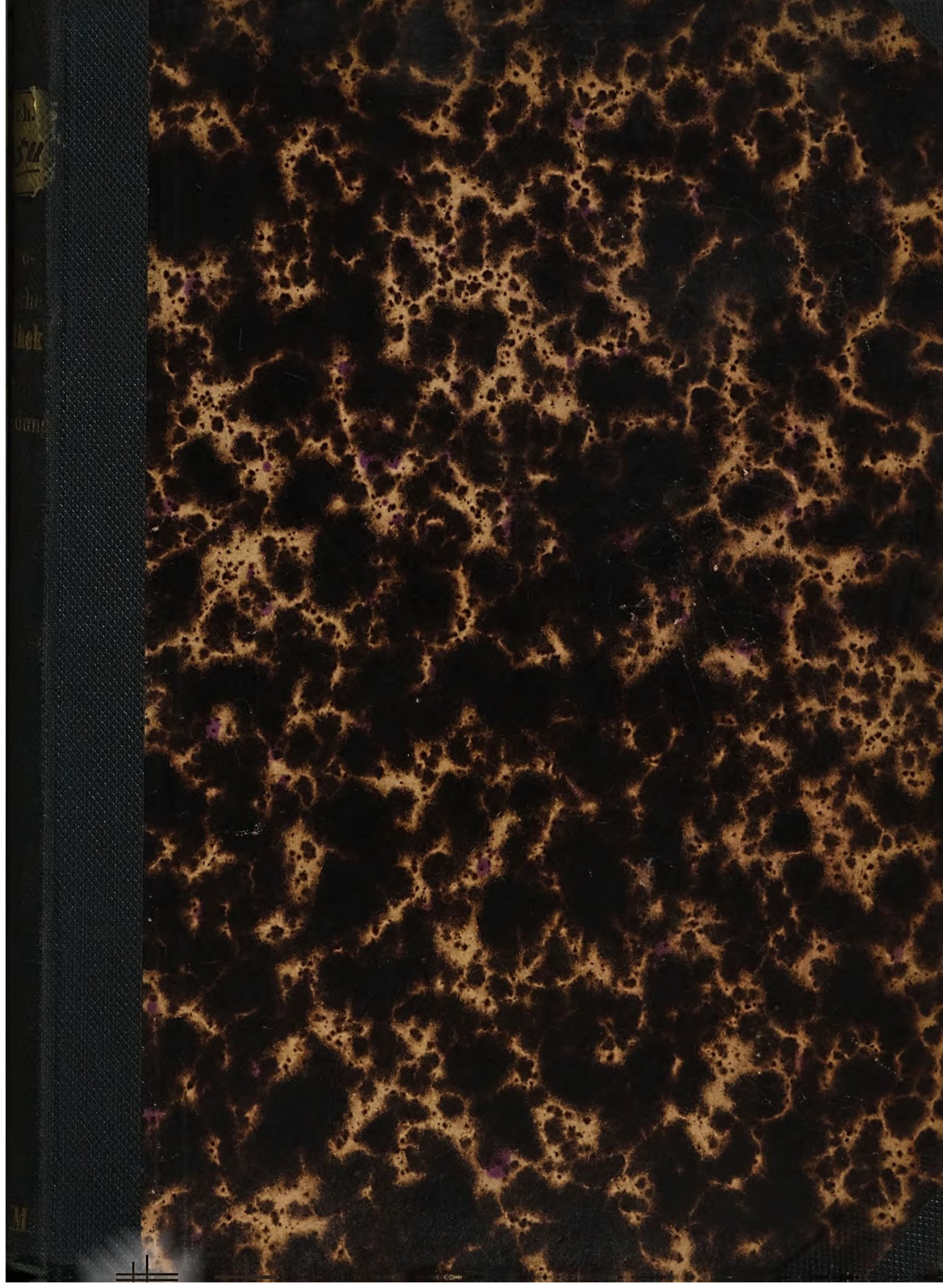




Techn. 24 su

Libliothek

Techn. 24 ^{su} 8^v

Die

Anwendung der Elektrizität

für

militärische Zwecke.

Von

Dr. Friedrich Waechter.

Mit 71 Abbildungen.

WIEN. PEST. LEIPZIG.

A. HARTLEBEN'S VERLAG.

Preis 1 fl. 65 kr. = 3 Mark = 4 Francs = 1 R. 80 Kop.

260 lg

3,00

Elektro-technische Bibliothek.

Die ausserordentlich grosse Anzahl von wichtigen Erfindungen der Neuzeit, denen die Anwendung der Elektrizität zu Grunde liegt, und die überraschenden Erfolge, welche in der Telegraphie, der Telephonie, der elektrischen Beleuchtung, der Galvanoplastik, der elektrischen Kraftübertragung, der Elektrolyse etc. während der letzten Jahre erzielt worden sind, zeigen, dass das Studium der Elektrizität in eine ganz neue Phase eingetreten ist und gegenwärtig einen vollständig veränderten Gesichtspunkt gewonnen hat.

Während früher die Elektrizitätslehre fast ausschliesslich den Physiker beschäftigte, ist heutzutage diese Wissenschaft in die Hände des Ingenieurs übergegangen, und die auf theoretischem und experimentellem Gebiete von den grossen Forschern unseres Jahrhunderts errungenen Resultate haben die Basis gelegt für einen neuen Zweig der angewendeten Physik, welcher an Bedeutung fast alle übrigen Zweige zu übertreffen scheint, nämlich die Elektro-Technik.

Noch vor wenigen Jahren glaubte das Publikum kaum an das Vorhandensein einer elektro-technischen Wissenschaft; die internationalen elektrischen Ausstellungen der letzten Jahre haben jedoch der Welt in glänzender Weise bewiesen, dass eine Elektro-Technik nicht nur vorhanden ist, sondern dass dieselbe auch bereits auf einer solchen Stufe der Entwicklung steht, dass Niemand mehr über die vielversprechende Zukunft derselben in Zweifel sein kann; mit jedem Tage wächst die Zahl der Erfindungen, die der Elektrizität immer weitere Kreise des menschlichen Lebens erschliessen, und wir stehen vor einer Aera, in der die Elektrizität viele andere Naturkräfte zu ersetzen berufen ist.

Um nun allen denen, die sich für Elektro-Technik interessiren, ihren praktischen Beruf oder die Uebersicht durch ein passendes literarisches Hilfsmittel zu erleichtern, hat die unterzeichnete Verlagsbuchhandlung sich entschlossen, eine Reihe von Handbüchern über angewendete Elektrizität zu veröffentlichen, welche von hervorragenden Fachmännern mit specieller Rücksicht auf die Bedürfnisse der Praxis verfasst sind und sich in Plan und Ausführung an die von derselben Verlagshandlung herausgegebene »Chemisch-technische Bibliothek« anschliessen.

Elektro-technische BIBLIOTHEK.

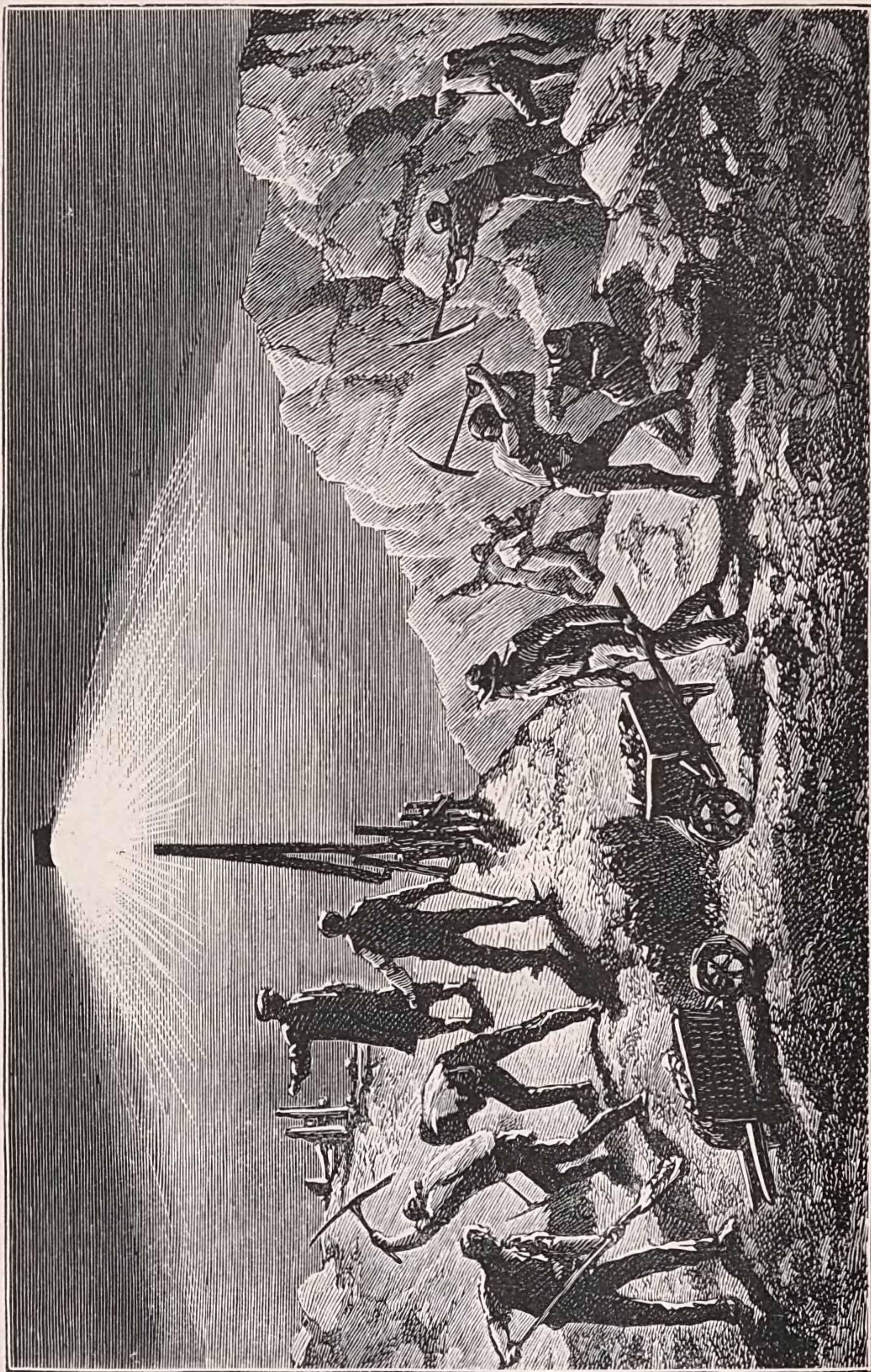
XV. BAND.

Die
Anwendung der Elektrizität
für
militärische Zwecke.

Eine übersichtliche Zusammen-
stellung der wichtigsten für
Kriegszwecke angewendeten
elektrischen Apparate.

A. Hartleben's Verlag.
WIEN · PEST · LEIPZIG.





Nächtlicher Strassenbau bei elektrischer Beleuchtung.

Die
ANWENDUNG DER ELEKTRICITÄT
für
militärische Zwecke.

Eine übersichtliche Zusammenstellung der wichtigsten für
Kriegszwecke angewendeten elektrischen Apparate.

Von
Dr. Friedrich Wächter.

Mit 71 Abbildungen.



WIEN. PEST. LEIPZIG.
A. HARTLEBEN'S VERLAG.
1883.



Alle Rechte vorbehalten.

K. k. Hofbuchdruckerei Carl Fromme in Wien.

Vorwort.

Bei der Ausarbeitung des vorliegenden Bandes der Elektro-technischen Bibliothek über „die Anwendung der Elektrizität für militärische Zwecke“ glaubte der Verfasser von der Voraussetzung ausgehen zu sollen, dass dieser Band seine Leser wohl zum grössten Theile in militärischen Kreisen finden dürfte. Diesem Umstande Rechnung tragend, wurde bei der Besprechung der verschiedenen Apparate das Hauptgewicht auf die praktisch-militärische Verwendung derselben gelegt und deren Leistung, wo dies thunlich war, durch einige Erfahrungsdaten und Zahlenangaben charakterisirt.

Ebenso wurden für den gleichen Zweck dienende Constructionen verschiedener Erfinder hinsichtlich ihrer technischen Brauchbarkeit untereinander verglichen und gewissermassen eine Art Kritik über deren Vor- und Nachteile gefällt. Auf eine theoretische Darlegung der Principien und elektrischen Grunderscheinungen, welche der Einrichtung und Wirkungsweise der Apparate zu Grunde liegen, konnte nur ganz im Allgemeinen eingegangen werden und wurde das unbedingt Nothwendige gesagt.

Ebenso gestatteten der vorgeschriebene Umfang des Werkes, sowie die Zahl der Illustrationen es nicht, eine

genaue Detailbeschreibung zu geben, wie sie vielleicht für den speciellen elektro-technischen Fachmann erwünscht wäre. Es beschränkt sich daher die Erörterung der Apparate auf Angabe von deren Hauptbestandtheilen und Ineingreifen derselben, ohne näheres Eingehen auf die Anordnung der Einzeltheile. Demgemäss ist auch die Mehrzahl der Illustrationen so gewählt, dass sie eine perspectivische Darstellung der äusseren Ansicht der Apparate geben, um mit Hilfe der Zeichnung einen Apparat in Wirklichkeit sofort erkennen zu können, was bei schematischen oder constructionsmässigen Querschnitt-Zeichnungen nicht immer möglich ist.

In dem ersten Abschnitt über „Feld-Telegraphie“ sind nur die Stations-Apparate behandelt; das sonstige Ausrüstungsmateriale an Batterien, Leitungsdrähten und Kabeln, Isolatoren, Fuhrwerken etc. konnte keine Aufnahme finden, da dies den Umfang des Bandes überschritten hätte. Hingegen ist eine kurze Charakterisirung der einzelnen Thätigkeitsbereiche der militärischen Feld-Telegraphie gegeben, um über die Bedeutung derselben ein Bild zu erhalten. Unter den Signal-Apparaten sind auch Projectionsfernrohre für Lichtblitz-Telegraphie besprochen, welche zwar an und für sich nicht elektrische, sondern optische Apparate sind, insoferne sie jedoch mit elektrischem Lichte activirt werden können, in naher Beziehung zu der Elektrizität stehen. Ebenso wurde auch das Photophon erörtert, welches zwar gegenwärtig noch keine militärische Verwendung gefunden hat, jedoch hierfür möglicherweise mit Vortheil adaptirt werden könnte.

In dem vierten Abschnitte, „über elektrische Beleuchtung“, ist in gedrängter Kürze das Wesentlichste über die Theorie und Construction der dynamo-elektrischen

Maschinen, sowie über die elektrischen Masseinheiten aufgenommen worden, und glauben wir damit manchen Lesern unseres Bandes, welche nicht im Besitze der gesamten Elektro-technischen Bibliothek sind, willkommen zu sein, zur allgemeinen Orientirung in diesem Gebiete.

Als Quellen, welche bei der Zusammenstellung der einzelnen Abschnitte benutzt wurden, muss das Werk über „Kriegs-Telegraphie“ von R. von Fischer-Treuenfeld, welchem die Eintheilung der Feldtelegraphen-Zonen entnommen wurde, sowie das Werk des Herrn Hauptmann Philipp Hess des Geniestabes: „Die Naturwissenschaften im Dienste des Krieges“, und dessen Berichte über die elektrische Ausstellung in Paris, welche in den übrigen Abschnitten vielfach als Grundlage dienten, genannt werden. Schliesslich erlaubt sich der Verfasser, an dieser Stelle dem Herrn Verleger seinen freundlichsten Dank auszusprechen, der in so liberaler Weise für die Ausstattung des Werkes Sorge getragen hat, und empfiehlt gleichzeitig das Buch dem geneigten Wohlwollen seiner Leser.

Dr. Friedrich Wächter.

Elektrische Einheiten.

Mass-Einheiten, welche zu elektrischen Messungen dienen.

I. Die absoluten oder C. G. S. (Centimeter-Gramm-Secunde-) Einheiten.

1. Längeneinheit: 1 Centimeter.
2. Zeiteinheit: 1 Secunde.
3. Krafteinheit. Die Krafteinheit ist diejenige Kraft, welche für eine Secunde lang auf eine frei bewegliche Masse von dem Gewichte eines Grammes wirkend, dieser Masse eine Geschwindigkeit von 1 Centimeter per Secunde verleiht.
4. Die Arbeitseinheit ist die Arbeit, welche von der Krafteinheit verrichtet wird, wenn dieselbe die Entfernung von 1 Centimeter zurücklegt. Diese Einheit ist in Paris = 0.00101915 Centimeter-Gramm, oder mit andern Worten, um das Gewicht eines Grammes einen Centimeter hoch zu heben, sind 980.868 Krafteinheiten nöthig.
5. Die Einheit der elektrischen Quantität ist diejenige Quantität von Elektrizität, welche auf eine gleich grosse Quantität, die einen Centimeter weit entfernt ist, eine Kraft gleich der Krafteinheit ausübt.
6. Die Einheit des Potentials oder der elektromotorischen Kraft existirt zwischen zwei Punkten, wenn die Einheit der elektrischen Quantität bei ihrer Bewegung von dem einen Punkte zum andern die Krafteinheit gebraucht, um die elektrische Abstossung zu überwinden.
7. Die Widerstandseinheit ist die Einheit, welche nur einer Quantitätseinheit den Uebergang zwischen zwei Punkten, zwischen welchen die Potentialeinheit existirt, in einer Secunde gestattet.

II. Die sogenannten praktischen Einheiten für elektrische Messungen.

1. Weber, Einheit der magnetischen Quantität	=	10^9	C. G. S. Einheiten
2. Ohm, ¹⁾ » des Widerstandes	=	10^9	» »
3. Volt, ²⁾ » der elektromotor. Kraft	=	10^8	» »
4. Ampère, ³⁾ » » Stromstärke	=	10^{-1}	» »
5. Coulomb, ⁴⁾ » » Quantität	=	10^{-1}	» »
6. Watt, ⁵⁾ » » Kraft	=	10^7	» »
7. Farad, » » Capacität	=	10^{-9}	» »

¹⁾ 1 Ohm ist gleich 1.0493 Siem. Einh. und etwa gleich dem Widerstande von 48.5 Meter reinen Kupferdrahtes von einem Durchmesser von 1 Mm. bei einer Temperatur von 0° Celsius.

²⁾ Ein Volt ist 5–10% weniger als die elektromotorische Kraft eines Daniell'schen Elementes.

³⁾ Der Strom, welcher durch die elektromotorische Krafteinheit die Widerstandseinheit in einer Secunde zu durchfließen im Stande ist, ist = 1 Amp.

⁴⁾ Coulomb heisst jene Quantität der Elektrizität, welche per Secunde ein Ampère giebt.

⁵⁾ 1 Watt = Ampère × Volt. 1 H. P. (horse power) = $\frac{\text{Amp.} \times \text{Volt}}{746}$
 1 Cheval de vapeur = $\frac{\text{Amp.} \times \text{Volt.}}{735}$ = P. S. (Pferdestärke.)

Widerstandseinheiten. *)

Name der Einheit	CS-1	Ohm	Siemens	Deutsche Meile Draht 4 mm.	Franz. Meile Draht 7 mm.	Engl. Meile Kupferdr. 1.6 mm.
CS-1	1	10^{-9}	$1,05 \cdot 10^{-9}$	$18 \cdot 10^{-12}$	$105 \cdot 10^{-12}$	$74 \cdot 10^{-12}$
Ohm	10^9	1	1,05	0,018	0,105	0,074
Siemens	$95 \cdot 10^7$	0,95	1	0,017	0,1	0,071
Deutsche Meile	$57 \cdot 10^9$	57	60	1	6	4,26
Franz. Meile	$95 \cdot 10^8$	9,5	10	0,17	1	0,71
Engl. Meile	$13414 \cdot 10^6$	13,414	14,12	0,235	1,41	1

Stromeinheiten. *)

Name der Einheit	CGS	Ampère	Daniell-Siemens	Jacobi per Min.	Silber mg. per Min.	Engl. mg. per Min.
CGS	1	10	8.5	105.2	676.5	198.6
Ampère	0.1	1	0.85	10.52	67.65	19.86
Daniell: Siemens	0.117	1.17	1	12.31	78.95	23.23
Jacobi	0.958	0.095	0.082	1	6.4	1.89
Silber mg.	0.148	0.015	0.013	0.156	1	0.294
Kupfer mg.	0.502	0.05	0.013	0.529	3.41	1

*) Uppenborn, IV. B. 7.

Ausser den von W. Thomson vorgeschlagenen und vom Pariser Congress angenommenen Centimeter-Gramm-Secunde — (C. G. S.) Einheiten stehen noch im Gebrauch: die von der British Association (B. A.) benutzten Meter-Gramm-Secunde (M. G. S.) Einheiten und die von Gauss-Weber angegebenen Millimeter-Milligramm-Secunde (M. M. S.) Einheiten; wir bringen nachstehend eine übersichtliche Zusammenstellung, welche auch die Unterabtheilungen enthält.

Bezeichnung der elektrischen Masseinheiten.	C. G. S.	M. G. S.	M. M. S.	Willkür. E.
Widerstand.				
Megohm	10^{15}	10^{13}	10^{16}	1·0493 S. E.
Ohm	10^9	10^7	10^{10}	
Mikrohm	10^3	10	10^4	
Elektromotorische Kraft.				
Megavolt	10^{14}	10^{11}	10^{17}	0·9 D. E.
Volt (Volta)	10^8	10^5	10^{11}	
Mikrovolt	10^2	10^{-1}	10^4	
Stromstärke.				
Megoampère	10^5	10^4	10^7	10·5 Jacobi E.
Ampère Farad per Secunde	10^{-1}	10^{-2}	10	
Mikroampère	10^{-7}	10^{-8}	10^{-5}	
Capacität.				
Farad (Faraday)	10^{-9}	10^{-7}	10^{-10}	
Mikrofarad	10^{-15}	10^{-13}	10^{-16}	

I n h a l t.

	Seite
Vorwort	V
Elektrische Einheiten	VIII
Inhalt	XI
Illustrations-Verzeichniss	XV

I. Die militärische Feld-Telegraphie 1

1. Eintheilung der Militär-Telegraphenbereiche 1
2. Allgemeines über Kriegs-Telegraphen-Apparate 9
3. Stations-Apparate für Feld-Telegraphie 15

Arbeitsstromschaltung 15, Ruhestromschaltung 17, amerikanische Schaltweise 18, Schaltung mit Relais 20, das Morse-Relais 22, Morse-Stiftschreiber 23, Morse-Farbschreiber 25, Klopff-Apparate 27, Telephon von Bell 31, Telephon nach Siemens 33, Telephon nach Fein 33.
4. Signalisir-Apparate für specielle Zwecke 35

Zeiger-Telegraph von Bréguet 36, Magnet-elektrische Zeiger-Telegraphen 39, Zeiger-Telegraph von Markus 40, Nadel-Telegraph 41, Hotel-Telegraphen 43, optische Telegraphen 44, Heliotrop von Beyer und Bessel 46, Signalfernrohr von Lissajoux 47, Signalfernrohr von Cornu 49, Das Photophon 50, Brieftaubenpost 53.

II. Die elektrischen Zünd-Apparate 56

- Verschiedene Arten derselben 57, Spaltzünder 57, Glühzünder 59, Brückenzünder 60.
1. Die Zündung mit Reibungs-Elektricität 61

Die Elektricitäts-erreger 61, Der Condensator 64, Festungs-

Zünd-Apparat von Baron Ebner 65, Feld-Zündapparat von Baron Ebner 67, Oesterreichischer Feld-Zünd-Apparat 68, Cylinder-Zündapparat 70, Zünd-Apparat von Bornhardt 72, Zündapparat von Mahler und Eschenbacher 73, Zünd-Apparat von Mowbray 74.	
2. Influenz-Zündapparate	75
Vor- und Nachtheile derselben 75, Influenzmaschine 77.	
3. Inductions-Zündapparate	79
Theorie derselben 79, Leistungsfähigkeit 81, Rhumkorff-Inductor 83, Inductions-Zündapparat von Clarke 84, Inductions-Zündapparat von Markus 85.	
4. Magnet- und dynamo-elektrische Zünd-Apparate .	87
Apparat von Bréguet 87, französische Pyrothek 88, Zünd-Inductor von Markus 89, Rotations-Zündapparat von Markus 90, Dynamo-elektrischer Zünd-Apparat von Siemens 93, Dynamo-elektrischer Zünd-Apparat von Bürgin 95, Beurtheilung der magnet- und dynamo-elektrischen Zünd-Apparate 99.	
5. Galvanische Zündbatterien	100
Vor- und Nachtheile derselben 101, Calorimotor von Hare 104, Preussische Zündbatterie 105, Smee'sche Batterie 106, Zünd-Elemente nach Baron Ebner 106, Bunsen'sches Zünd-Element nach Frischen 107, Französische Chromsäure-Tauchbatterie 108, Französische Feld-Zündbatterie 109, Puddot'sches Zünd-Element 110, Leclanché-Elemente 112, Element mit runden Kohlen 113, mit plattenförmigen Kohlen 113, Französisches Ordonnanz-Element 114, Russisches Element 115, Norwegisches Ordonnanz-Element 115, Permanenz-Element von Markus 116.	
6. Die Zündleitung	116
Allgemeines 116, Zündleitung für Spaltzünder 117, Zündleitung bei galvanischen Batterien 119, Simultanzündung mit galvanischen Batterien 120, Successivzündung 121, Anwendung einer Wippe oder eines Relais 122.	
III. Die elektrische Chronographie	123
Allgemeines 123, Chronograph von Le Boulengé 124, Anordnung der Versuche 127, Klepsydra von Le Boulengé 129, Chronograph von Siemens 132, Schiessrahmen	

von Siemens 135, Chronograph von Noble 138, Pendel-Chronograph von Navez-Leurs 139, Geschwindigkeits-Messapparat von Sebert 142, Anwendung desselben als Chronograph 145.

IV. Die elektrische Beleuchtung	150
Allgemeine Erklärungen	150
Vortheile des elektrischen Lichtes, Anwendung der Glühlampen	153
Verschiedene Arten der Erzeugung des elektrischen Lichtes	154
Die Hauptbestandtheile der dynamo-electrischen Maschinen	157
Theorie und Wirkungsweise der dynamo-electrischen Maschinen	159
Verschiedene Arten der elektrischen Maschinen	163
Arten der elektrischen Lampen	167
Die elektrischen Masseinheiten	171
Die elektromotorische Kraft 171, Der elektrische Leitungswiderstand 173, Die Stromstärke 176, Der Nutzeffect der elektrischen Maschine 177.	
Die praktischen Anwendungen des elektrischen Lichtes	180
1. Anwendung des elektrischen Lichtes auf Leuchthürmen	181
Allgemeines 181, Vortheile für Militärzwecke 183, Beleuchtungs-Apparate 184, Leuchtturm der Insel Razza 187.	
Anwendung auf Kriegsschiffen	190
Für Signalzwecke 191, Vortheil der elektrischen Schiffsbeleuchtung für Militärzwecke 197, Innenbeleuchtung der Schiffe 198, Handlampe von Sautter-Lemonier 200, Projector von Mangin 203, Auxiliar-Projector von Bürstyn 205, Versuche mit elektrischen Beleuchtungs-Apparaten 206, Swan'sche Glühlampe 208, Lampe für Pulverkammern 209, Edison'sche Lampe zum Aufsuchen von Seeminen 211, Lampe für Bojen von de Lussex 212, Phosphoreszenzlampe von Dr. Puluj 212, Lampe von Dumas-Benoit 213.	

	Seite
3. Anwendung des elektrischen Lichtes für Festungen	214
Grosser Hohlspiegel für Lichtprojection von Baron Ebner 215, Versuche mit elektrischen Beleuchtungs-Apparaten 217, Anwendung von Glühlampen für Beleuchtung von Panzerthürmen 218, Glühlampe von Maxim 221.	
4. Anwendung des elektrischen Lichtes für Zwecke der mobilen Armee	222
Beleuchtungswagen von Sautter-Lemonier 223, Beleuchtungswagen von Schuckert 225, Die Anwendungen der elektrischen Beleuchtungswagen 226.	
5. Anwendung des elektrischen Lichtes für Minen Rettungs-Apparate	228
Allgemeines 228, Tragbare elektrische Lampe von Dr. Puluj 230, Tragbare elektrische Lampe von Oberst Kosteritz 231, Lampe von Mr. Paterson 232, Minenlampe von Dr. Wächter 233.	
6. Anwendung des elektrischen Lichtes für Signalgebung	236
Handmaschine von Gramme 236, Signalgebung durch Lichtstrahlen 238.	
Schlusswort	239

Illustrations-Verzeichniss.

Titelbild: Nächtlicher Strassenbau bei elektrischer Beleuchtung.

Fig.	Seite
1. Schema eines Feld-Telegraphennetzes	8
2. Schaltung des Morse-Apparates mit Arbeitsstrom	15
3. Schaltung des Morse-Apparates mit Ruhestrom	17
4. Amerikanische Schaltung des Morse-Apparates	19
5. Schaltung mit Relais	21
6. Gewöhnliches Morse-Relais	22
7. Morse-Stiftschreib-Apparat	24
8. Detail-Construction des Morse-Farbschreibers	25
9. Tragbarer Morse-Apparat von Siemens	26
10. Trouvé'scher Klopff-Apparat	28
11. Etablirung des Trouvé'schen Apparates auf dem Felde	29
12. Element von Trouvé	30
13. Telephon nach Bell	31
14. Telephon nach Siemens	33
15. Telephon nach Fein	34
16. Manipulator des Bréguet'schen Zeiger-Telegraphen	37
17. Receptor des Bréguet'schen Zeiger-Telegraphen	38
18. Magnet-elektrischer Zeiger-Telegraph von Markus	40
19. Wheatstone'scher Nadel-Telegraph, Vorderansicht	42
20. Derselbe. Rückansicht	42
21. Heliotrop von Beyer und Bessel	46
22. Signalfernrohr von Lissajoux	48
23. Signalfernrohr von Cornu	49
24. Photophon-Aufgabsstation	51
25. Photophon-Empfangsstation	52
26. Sonnen-Mikroskop mit Projections-Apparat	54
27. Elektrischer Spaltzünder	58
28. Elektrischer Glühzünder	59
29. Elektrischer Brückenzünder	60
30. Festungs-Zündapparat von Baron Ebner	66
31. Oesterreichischer Feld-Zündapparat	68
32. Oesterreichischer Cylinder-Zündapparat	71

Fig.	Seite
33. Zünd-Apparat von Bornhardt	72
34. Zünd-Apparat von Mahler und Eschenbacher	74
35. Influenzmaschine	77
36. Rhumkorff'scher Inductor	83
37. Bréguet'scher magnet-elektrischer Zünd-Inductor	87
38. Die französische Pyrothek	89
39. Zünd-Inductor von Markus	90
40. Magnet-elektrischer Rotations-Zündapparat von Markus	91
41. Dynamo-elektrischer Zünd-Apparat von Siemens	94
42. Dynamo-elektrischer Zünd-Apparat von Bürgin	96
43. Französische Chromsäure-Tauchbatterie	109
44. Französische Chromsäure-Feld-Zündbatterie	110
45. Zündbatterie von Puddot	111
46. Leclanché-Element mit cylindrischer Kohle	113
47. Leclanché-Element mit Kohlenplatten	114
48. Französisches Ordonnanz-Element	115
49. Norwegisches Ordonnanz-Element	115
50. Chronograph von Le Boulengé	125
51. Schiessplatz mit Schiessrahmen	128
52. Elektrische Klepsydra von Le Boulengé	130
53. Funken-Chronograph von Siemens	133
54. Schaltungs-Apparat an dem Geschütz	136
55. Chronograph von Noble	139
56. Pendel-Chronograph von Navez-Leurs	140
57. Velocimeter von Sebert	146
58. Leuchtthurm der Insel Razza, Querschnitt	188
59. Elektrische Handlampe von Sautter-Lemonier	201
60. Projector von Mangin	204
61. Glühlampe von Swan	209
62. Grubenlampe von Swan	210
63. Tragbare elektrische Lampe von Dumas-Benoit	213
64. Grosser Hohlspiegel für Lichtprojection von Baron Ebner	216
65. Maxim'sche Glühlampe mit Wandarm	221
66. Beleuchtungswagen von Sautter-Lemonier	224
67. Tragbare elektrische Lampe von Dr. Puluj	231
68. Transportable Glühlampe von Paterson	232
69. Elektrische Minenlampe von Dr. Wächter	233
70. Magnet-elektrische Handmaschine von Gramme	237

I.

Die militärische Feld-Telegraphie.

I. Eintheilung der Militär-Telegraphenbereiche.

Die wichtigste und hervorragendste Anwendung der Elektrizität für militärische Zwecke ist wohl unstreitig die elektrische Telegraphie. Die Möglichkeit, auf grosse Entfernungen hin, zwischen dem Hauptquartiere einer Armee und der Operationsbasis, sowie den vorrückenden Corps in ununterbrochener Verbindung bleiben, Nachrichten, Befehle und Meldungen in kürzester Zeit von einem Orte zum anderen senden zu können, ist, wie leicht einzusehen, in einem Kriegsfall von der allerhöchsten, eingreifendsten Bedeutung. Der glückliche Ausgang einer einzelnen Schlacht sowohl, wie selbst der Erfolg eines ganzen Feldzuges kann oftmals wesentlich durch die gute Organisation des telegraphischen Nachrichtendienstes beeinflusst werden, welche es ermöglicht, der jeweiligen Stellung des Feindes entsprechende Dispositionen zu treffen oder im gegebenen Momente Verstärkungen und Reserven heranzuziehen und dadurch eine günstige Entscheidung herbeizuführen.

Der elektrische Telegraph hat sich daher für die Armee im Felde als ein ebenso unentbehrliches Bedürf-

niss erwiesen, wie er dies für das allgemeine Culturleben nun schon seit einigen Decennien geworden ist.

Es liessen sich zahlreiche Beispiele aus der modernen Kriegsgeschichte anführen, welche zeigen, in welcher direct eingreifender Weise der Feld-Telegraph zuweilen auf die Entscheidung eines Kampfes Einfluss nahm; doch würde dies für unseren Zweck zu weit führen, und weisen wir diesbezüglich auf das Werk über „Kriegs-Telegraphie“ von R. v. Fischer-Treuenfeld hin, in welchem die Verwendung des Feld-Telegraphen in den Kriegen der Neuzeit eingehend erörtert wird. Der beste Beweis für die Nothwendigkeit der Feld-Telegraphen für militärische Zwecke wird jedenfalls durch die Thatsache gegeben, dass beinahe sämtliche Culturstaaten bei ihren Armeen eigene Telegraphen-Abtheilungen eingeführt haben und für deren stetige Vervollkommnung Sorge tragen.

Es liegt nicht in dem Plane vorliegenden Buches, hier auf eine nähere Darlegung der Organisation dieser Militär-Telegraphen-Abtheilungen einzugehen, noch auch deren gesamntes Material an Apparaten, Signalmitteln und Fahrzeugen zu beschreiben, sondern es sollen speciell nur jene Apparate behandelt werden, welche auf der Benutzung elektrischer Ströme beruhen und vorzugsweise oder ausschliesslich für militärische Zwecke Verwendung finden.

Insoferne jedoch der Werth und die Brauchbarkeit eines Apparates nach Massgabe des Zweckes, dem er dienen soll, beurtheilt werden muss, erscheint es geboten, zunächst in kurzen Umrissen die verschiedenen Thätigkeitsbereiche der Militär-Telegraphen zu skizziren, um danach ermessen zu können, für welche Verwendung der eine oder der andere Apparat vorzuziehen sein wird.

Wir folgen hierbei der in dem oben citirten Werke von R. v. Fischer-Treuenfeld gegebenen Eintheilung. Hier-nach sind für die Thätigkeit einer completen Kriegstele-graphen-Organisation fünf Zonen und neun Wirkungs-kreise in nachfolgender Art zu unterscheiden:

- | | | |
|-------------------------|---|--------------|
| 1. Staats-Telegraph, | } | erste Zone. |
| 2. Festungs-Telegraph, | | |
| 3. Etappen-Telegraph, | | zweite Zone. |
| 4. Feld-Telegraph, | } | dritte Zone. |
| 5. Gebirgs-Telegraph, | | |
| 6. Vorposten-Telegraph, | } | vierte Zone. |
| 7. Signalcorps | | |
| 8. Ballonstationen, | } | fünfte Zone. |
| 9. Brieftaubenpost, | | |

Dem Staats-Telegraph, unter welchem die schon in Friedenszeiten bestehende, für civile Zwecke dienende permanente Telegraphenleitung zu verstehen ist, fällt bei Ausbruch eines Krieges die Aufgabe zu, einerseits für die ununterbrochene und schleunige Beförderung der auf die Kriegsführung bezüglichen Depeschen Sorge zu tragen, und andererseits, je nach Bedürfniss, die permanenten Linien in der Richtung der vorwärtsschreitenden Armeen zu verlängern und frei gewordene Etappenlinien in sich aufzunehmen. Es ist daher der Staats-Telegraph nicht eigentlich eine militärische, sondern vielmehr eine civile Einrichtung, die nur im Falle eines Krieges für militä-rische Zwecke verwendet wird.

Anders verhält es sich mit dem Festungs-Telegraphen. Derselbe hat sowohl im Frieden, wie im Kriege nur für militärische Angelegenheiten zu dienen, und es ist seine ausschliessliche Aufgabe, die vorgeschobenen Forts eines

befestigten Platzes mit dem Centrum desselben, von welchem aus das Commando der Vertheidigung ertheilt wird, telegraphisch zu verbinden. Zu diesem Behufe werden die einzelnen detachirten Forts durch unterirdische Kabelleitungen sowohl untereinander, wie auch mit dem Centrum der Festung in Verbindung gebracht, wobei durch entsprechende Tieflegung des Kabels dasselbe vor zufällig aufschlagenden Geschossen und vor Zerstörungen durch Feindeshand nach Möglichkeit zu schützen ist. Ausser diesen elektrischen Telegraphen werden in den Festungen ferner optische Signalmittel in Anwendung gebracht.

Einerseits wäre es nämlich oft mit grossen Schwierigkeiten und sehr bedeutenden Kosten verbunden, auf kahlem Felsreiche oder sonst ungünstigem Terrain postirte Forts mit unterirdischen Kabelleitungen zu versehen, andererseits gebietet es aber auch die Vorsicht, im Falle einer zufälligen oder absichtlich herbeigeführten Zerstörung des Kabels nicht ohne Verbindung zu bleiben. Es sind daher verschiedenartige, später zu erörternde Apparate construirt und eingeführt worden, welche es ermöglichen, auch ohne Leitung Zeichen und Depeschen zwischen je zwei benachbarten Forts übermitteln zu können. Solche Apparate können auch dazu verwendet werden, um aus einer cernirten Festung, über die Köpfe der Belagerer hinweg, mit der eigenen, auswärts stehenden Armee zu correspondiren.

Die zweite Zone des Feld-Telegraphenbereiches wird durch den Etappen-Telegraph gebildet. Demselben fällt während eines Krieges die Aufgabe zu, das Hauptquartier, sowie die Divisionsquartiere der Armee mit den nächstgelegenen Endstationen der heimatlichen oder der

im bereits eroberten Gebiete gelegenen und in Besitz genommenen Staats-Telegraphenlinien zu verbinden und damit eine directe telegraphische Correspondenz mit dem Heimatlande und der Hauptstadt desselben zu ermöglichen. Ausser dem strategischen Dienste der schnellen Befehlsbeförderung fällt dem Etappen-Telegraph die weitere Aufgabe zu, das Verständigungsmittel zu einer richtigen Vertheilung der Verpflegung der Armee zu sein, sowie zur schnellen Durchführung der Dispositionen bezüglich der Verwundeten-Transporte und der Hospitäler zu dienen; schliesslich bildet der Etappen-Telegraph den Vermittler Tausender von Familien-Depeschen zwischen der Heimat und dem Kampfplatz.

Der Feld-Telegraph, welcher in die dritte, weiter vorgeschobene Zone gehört, hat den Zweck, einerseits die marschirenden Truppen mit ihren Commandostäben in Verbindung zu erhalten und daher in der Herstellung seiner Linien in gleichem Schritt mit den marschirenden Truppen vorzugehen, andererseits die telegraphische Correspondenz zwischen den einzelnen Commandostäben und dem Haupt- oder Divisionsquartiere zu vermitteln. Diesen in der Eile des Marsches aus leichtem Feld-Telegraphen-Material errichteten Linien fällt die schwierige und wichtige Aufgabe zu, an den taktischen Operationen der Armee theilzunehmen; namentlich im Augenblicke der Schlacht die Befehle der kämpfenden Truppen-Divisionen zu befördern und insbesondere eine ununterbrochene Communication zwischen den Flanken der Schlachtlinie und dem commandirenden General zu unterhalten.

„Bei allen Feld-Telegraphenbauten gilt es als unbedingte Regel,” sagt R. v. Fischer-Treuenfeld,¹⁾ „die Linien

¹⁾ Kriegs-Telegraphie, S. 102.

in grösster Geschwindigkeit herzustellen. Es dürfen keine Schwierigkeiten und keine Strapazen gescheut werden und die Truppe darf nicht eher Halt machen, als bis die beabsichtigten Punkte in elektrischer Verbindung stehen, die Linien durch Patrouillen besetzt sind und Depeschen thatsächlich zwischen den Generalen gewechselt werden. Durch eine rechtzeitig vollendete Feld-Telegraphenlinie kann für die ganze Armee Zeit gewonnen werden, und es lassen sich Hunderte von Fällen in der Geschichte aufweisen, in welchen der Gewinn einer Stunde dem Ausgang des Gefechtes unzweifelhaft eine andere Wendung gegeben hätte."

Den vielseitigen Bedingungen der Terrainverhältnisse entsprechend sind die Feld-Telegraphen-Abtheilungen für Feld, Wald, Flüsse und Berge einzurichten. Da nun Pfosten, Isolatoren und blanker Draht für den Bau auf ebenem Felde das zweckmässigste Feld-Telegraphen-Material sind und isolirtes, leicht transportables Kabel für Gebirgs-Telegraphen unumgänglich nothwendig ist, wobei noch besondere Kabel für Flussübergänge und Pendel-Isolatoren für Wald-Telegraphen hinzuzurechnen sind, so würde eine Feld-Telegraphen-Abtheilung, die diese sämtlichen Utensilien mit sich zu führen hätte, durch zu grosse Verschiedenheit des Materials schwerfällig werden und es ist daher zweckmässig, Feld- und Gebirgs-Telegraphen-Abtheilungen voneinander zu trennen und jede mit dem entsprechenden Materiale auszurüsten. Im Uebrigen ist jedoch die Aufgabe des Gebirgs-Telegraphen die gleiche wie jene des Feld-Telegraphen.

Die Vorposten-Telegraphen und das Signal-Corps bilden die vierte, der feindlichen Front am nächsten gerückte Operationszone. Sie sind besonders geeignet, Re-

cognoscirungs-Patrouillen in der Nähe des Feindes, sowie detachirte und vorgeschobene Beobachtungsposten in Verbindung mit dem Gros der Abtheilung zu erhalten, um letzteres, wenn erforderlich, augenblicklich allarmiren zu können. Die Aufgabe der Vorposten-Telegraphen lässt sich in wenig Worten dahin präcisiren, dass denselben in ausgedehntem Masse der Eclaireursdienst zufällt und sollen sie auch zum Theil die berittenen Ordonnanzen und Adjutanten ersetzen. Zu dem Behufe können, wie dies in Frankreich in Aussicht genommen wurde, berittene Telegraphisten ausgerüstet werden, welche auf dem Packsattel eines Pferdes einen completeen Apparat, etwa ein Telephon, sammt 1000 Meter Kabel für Hin- und Rück-Leitung mit sich führen. Das Legen des Kabels ist in schnellem Schritte möglich und fast ebenso schnell kann auch das Aufwickeln wieder bewirkt werden.

Ferner würden diese leicht beweglichen Telegraphen für das Einschiessen der Artillerie von grossem Vortheil sein. Ein Telegraphist der sich 1 bis $1\frac{1}{2}$ Kilometer weit vor die Feuerlinie der Batterien postiren würde, wäre sehr geeignet, den Aufschlag der Geschosse zu beurtheilen, um seine Beobachtungen dem Batterie-Commandanten telegraphisch zu melden, was z. B. mittelst Telephon jedenfalls schneller und deutlicher, als durch die jetzt üblichen Zeichensignale geschehen könnte.

Die Möglichkeit, sowie der grosse Vortheil solcher telegraphischer Verbindungen auf dem Schlachtfelde ist bereits durch die Erfahrung und thatsächliche Anwendung erwiesen.

Die fünfte und letzte Zone des Kriegs-Telegraphen wird durch die Ballonstationen gebildet und hierbei auch die Brieftaubenpost einbezogen, da dieselbe in gewisser Beziehung zu dem Luftballonverkehr steht.

Der Begriff einer fünften Zone ist derart aufzufassen, dass man aus der Höhe der Ballonstation, deren Fusspunkt innerhalb der eigenen Vorpostenlinien liegen würde, mittelst Fernrohren einen grossen Theil jenes Terrains überblicken könnte, in welchem der feindliche Aufmarsch geschieht. Der von der Ballonstation beherrschte Bereich würde daher von den äussersten eigenen Vorposten bis tief in die Entwicklungscolonnen des Feindes hinein reichen und so Nachrichten übermitteln aus einer Zone, die schon in die feindlichen Reihen hinein sich erstreckt. Der Ballon captif — denn nur von einem solchen könnte hier die Rede sein — würde eine mit dem Heftseile verbundene Drahtleitung besitzen, um gleich aus der Ballonhöhe herab die Nachrichten und Beobachtungen den Untenstehenden zur Weiterbeförderung mittheilen zu können.

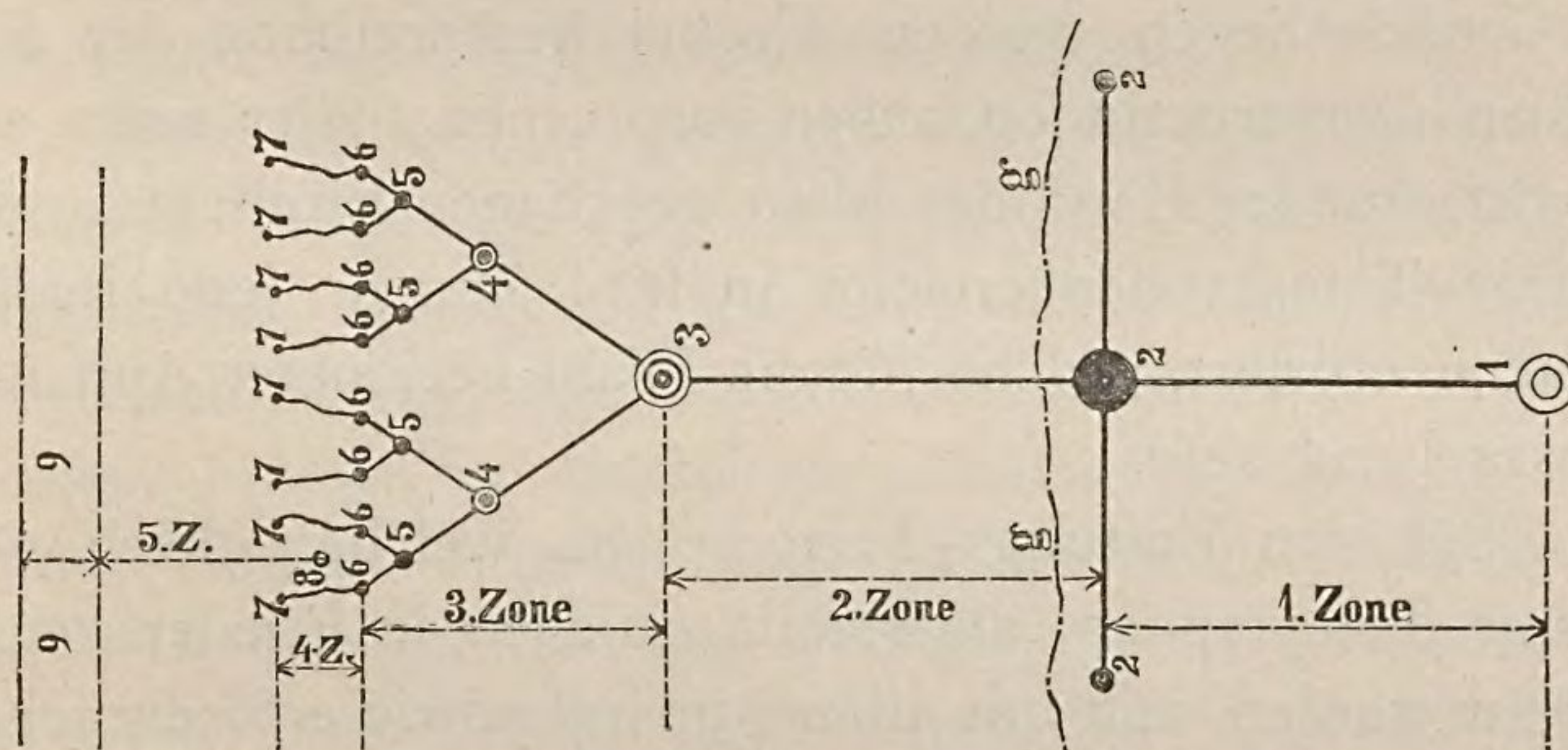
Bezüglich der Brieftaubenpost, soweit dieselbe mit elektrischen Apparaten zu thun hat, werden wir später Einiges anführen.

Um einen deutlicheren Ueberblick über die im Vorangegangenen skizzirte Eintheilung eines completeu Kriegs-Telegraphennetzes zu geben, diene das nebenstehende Schema Fig. 1. Die punktirte, mit *g g* bezeichnete Linie bezeichne die Grenze des eigenen Landes. Bei 1 sei die Hauptstadt gelegen, die Punkte 2 2 würden Orte der Operationsbasis darstellen. Die Verbindung der Punkte 1 und 2 wird durch den permanenten Staats-Telegraph hergestellt. Innerhalb der Punkte 2, die etwa Festungen sein könnten, würden Festungs-Telegraphenlinien liegen. Beide zusammen bilden die erste Zone.

Punkt 3 bezeichnet das Hauptquartier der Armee; die Verbindung desselben mit der Operationsbasis wird durch den Etappen-Telegraph bewirkt und bildet die zweite

Zone. Der Feld-Telegraph verbindet das Hauptquartier (Punkt 3) mit den Armeecorps-Commandanten (Punkte 4 4) und diese wieder mit den Divisionschefs (Punkte 5) und Brigadenchefs (Punkte 6). Hierdurch wird die dritte Zone formirt. Die vierte Zone oder der Vorposten-Telegraph erstreckt sich von den Brigadequartieren (Punkte 6) bis zu den äussersten Vorposten (Punkte 7) dem Feinde entgegen. Die Ballonstation endlich, deren Fusspunkt etwa bei Punkt 8 liegen würde, beherrscht das Gebiet bis zu

Fig. 1.



den Linien 9 9, den Entwicklungscolumnen des Feindes, und umschliesst damit eine fünfte Zone.

Nach dem Gesagten dürfte es nicht schwer fallen, sich ein allgemeines Urtheil zu bilden über die Anforderungen bezüglich Transportabilität, Leichtigkeit der Handhabung, Schnelligkeit der Depeschenvermittlung etc., die man an die verschiedenen Apparate, je nach deren feldmässiger Verwendung, zu stellen haben wird, und wollen wir hierüber im folgenden Abschnitte in Kürze sprechen.

2. Allgemeines über Kriegstelegraphen-Apparate.

Die gegenwärtig zu feldmässigem Gebrauche verwendeten Telegraphen-Apparate sind entweder Morse-

Schreib-Apparate, Klopff-Apparate oder Zeiger-Telegraphen. Die Nadel-Telegraphen, welche das für militärische Zwecke zu allererst adoptirte System waren, haben in der Folge weder in der Kriegstechnik noch in der civilen Praxis allgemeinere Annahme gefunden und werden jetzt nur noch in beschränktem Masse benutzt. Dagegen dürften die Telephon-Apparate ihrer vielen, ausserordentlichen Vorzüge wegen bestimmt sein, eine bedeutende Rolle in der Kriegs-Telegraphie zu spielen.

Die Principien, welche diesen verschiedenen Systemen zu Grunde liegen, werden wir bei Beschreibung der einzelnen Constructionen näher besprechen. Hier seien zunächst, an der Hand der oben gegebenen Eintheilung der Kriegs-Telegraphenbereiche in fünf Zonen, jene Bedingungen erörtert, welche für die Wahl geeigneter Apparate massgebend sind.

Bei den Festungs-Telegraphen, welche, gleich den Staats-Telegraphen, als stabile Anlagen in Friedenszeiten erbaut werden und mit allen nur irgendwie erforderlichen Einrichtungen versehen werden können, auch nicht den Bedingungen leichter Transportabilität unterliegen, wird die Wahl der Apparate in keiner Weise beschränkt und kann daher jenes System acceptirt werden, welches für die Depeschenvermittlung als das vorzüglichste erachtet wird, ohne Rücksichtnahme auf andere Nebenumstände. Bei dem Etappen-Telegraph, der den Charakter eines halb-stabilen Systems hat, ist hauptsächlich darauf zu sehen, dass die Apparate, Batterien und das übrige Materiale ihrer äusseren Form nach in einer solchen Weise ausgestattet werden, welche eine bequeme Verpackung derselben ermöglicht, ohne dass es jedoch unbedingt nothwendig wäre, bezüglich des Volums und Gewichtes der

Apparate auf das erreichbare Minimum herabzugehen. Vielmehr scheint es wünschenswerth, wenn die Stations-Apparate der Etappenlinien die gleichen sind, wie jene des Staats-Telegraphen, um den Anschluss an denselben ohne Schwierigkeit bewirken zu können. In Ländern, wo Morse-Apparate für den Staats-Telegraphenbetrieb in Anwendung sind, vereinigen sich beide Zwecke in einfacher Weise; ungünstiger ist es bei Typendruck-Apparaten, da sich die letzteren, ihrer complicirten Einrichtung wegen, wohl kaum für Etappenlinien eignen und daher die Nothwendigkeit des Umtelegraphirens eintritt.

Weit schwieriger gestalten sich die Verhältnisse für den Feld-Telegraph. Hier ist es geboten, die Apparate so compendiös wie irgend möglich einzurichten; Zeichengeber, Schreib-Apparat, Bussole und eventuell ein Sprechwechsel müssen in demselben Gehäuse miteinander vereinigt werden. Einschaltung der Leitung und Batterie sollen leicht hergestellt und wieder gelöst werden können, ohne durch complicirte Verbindungsweise die Möglichkeit von Irrungen nahezulegen. Hierbei ist Volum und Gewicht des Apparates an die Bedingung geknüpft, ohne Beschwerde von einem Manne getragen werden zu können, da häufig der Fall eintreten kann, dass die Feld-Telegraphen auch als Vorposten-Telegraphen functioniren müssen und dann die grösste Beweglichkeit erforderlich ist. Zur Erzeugung des elektrischen Stromes können nicht die gewöhnlichen Flüssigkeits-Elemente verwendet werden, da beim Transporte ein Verschütten der Flüssigkeiten eintreten würde. Es müssen daher besonders für den Transport construirte Elemente angewendet werden. Von dem Leitungsdrahte wird verlangt, dass derselbe bei möglichst geringem Gewichte grosse Länge und geringen Leitungs-

widerstand besitze; aber auch gewisse Festigkeit ist erwünscht, um weite Spannungen nehmen und dadurch die Anzahl der Leitungsstangen thunlichst reduciren zu können.

Allen Anforderungen an Feldstations-Apparate hat bisher das Morse'sche System am besten entsprochen und wurde daher bei den Armeen in Frankreich, Deutschland, Russland, England-Indien, Spanien und Belgien der Morse-Farbschreiber, in Oesterreich der Morse-Stiftschreiber in Anwendung gebracht. Die nordamerikanischen Staaten haben einen Klopff-Apparat eingeführt.

Noch mobiler als die Feldtelegraphen-Apparate müssen die Apparate für den Vorposten-Telegraph sein. Bei ersteren wird gewöhnlich nur eine einfache Drahtleitung benutzt und die Rückleitung des Stromes durch Ableitung in die Erde mittelst Erdplatten ersetzt. Dadurch sind aber die Stationen, wenigstens für die Dauer des Depeschenwechsels, an eine bestimmte Stelle gebunden und können während dieser Zeit ihren Standpunkt nicht verändern. Bei den Vorposten-Telegraphen ist jedoch die grösste Beweglichkeit wünschenswerth und müssen daher Doppelleitungen verwendet werden. Um das Aufstellen von Leitungsstangen mit Isolatoren entbehrlich zu machen, werden nicht blanke Drähte, sondern dünne Kabelleitungen für Hin- und Rückleitung genommen, die direct auf den Erdboden ausgelegt werden. Die Apparate selbst müssen thunlichst klein sein, so zwar, dass sie bequem in die Tasche gesteckt werden können.

Diesen Bedingungen entsprechen die sogenannten Klopff-Apparate, wie solche in Nordamerika, Frankreich, England, Spanien und Oesterreich eingeführt sind. Aber auch die Telephone eignen sich hierfür in vorzüglicher Weise

und haben noch wesentliche Vorthelle vor letzteren voraus. Zur Aufgabe und Abnahme von Depeschen mit Klopf-Apparaten sind nämlich geschickte und gut eingeübte Telegraphisten erforderlich, während das Sprechen mit dem Telephon keine besondere Vorbildung erheischt und sofort von Jedermann ausgeführt werden kann. Die Verständigung mit dem Telephon ist überdies eine weitaus raschere, als mit irgend einem anderen Apparate. Ferner bedürfen die Telephone weder galvanischer Batterien noch sonst eines Stromerregers, was ein ausserordentlicher Vortheil ist. Auch sind dieselben, ihrer einfachen Construction wegen nicht leicht Beschädigungen ausgesetzt und functioniren erfahrungsgemäss, selbst nach mehrjährigem Gebrauche auf dem Felde, ohne mit besonderer Schonung behandelt zu werden, stets tadellos.

Das einzige Bedenken, welches man gegen dieselben hegen könnte, dass nämlich die durch das Telephon gesprochenen Worte während eines Gefechtes nicht gehört und verstanden werden können, wurde durch Versuche insofern widerlegt, als sich zeigte, dass man selbst während eines in ziemlicher Nähe geführten Kleingewehrfeuers noch ganz gut telephoniren konnte. Auch die Anwendung des Telephons auf Artillerie- und Infanterie-Schiessstätten beweist, dass die Einflüsse äusserer Geräusche nicht in dem Masse störend wirken, als gewöhnlich vorausgesetzt wird.

Ebenso wie für die Vorposten-Telegraphen ist auch für eventuelle Luftballonstationen ein möglichst leichter und einfacher Telegraphen-Apparat wünschenswerth, und dürften sich hierfür ebenfalls Klopf-Apparate oder Telephone am besten eignen.

Resumiren wir also nochmals das Gesagte, so ergeben sich die mobilsten und einfachsten Apparate für

den Vorposten-Telegraph. Eigentliche Stationen werden hier nicht errichtet, sondern jeder Telegraphist bildet stehenden Fusses, indem er die Apparate an seinem Leibe trägt, selbst die Station. Die ganze Ausrüstung ist tragbar.

Das Telegraphiren kann daher nicht nur an jeder beliebigen Stelle, sondern auch selbst während des Gehens geschehen.

Der Feld-Telegraph erfordert ebenfalls grosse Mobilität, ist aber nicht tragbar, sondern für Transport auf eigens construirten Wagen eingerichtet. Die Stationen können durch die Wagen selbst gebildet werden und sind während des Depeschenwechsels, in Folge Anwendung der Erdleitung, an einen bestimmten Ort gefesselt. Die Leitung besteht aus blankem, auf Stangen und Isolatoren geführten Drahte, trägt jedoch provisorischen Charakter.

Die Stationen des Etappen-Telegraphen können eventuell auch auf den Apparatenwagen etablirt werden, sind aber auch zur Aufstellung in provisorischen Unterkünften eingerichtet. Das gesammte Materiale, sowie die Stangenleitung trägt permanenten Charakter. Die Anzahl des erforderlichen Personals ist von den gegebenen Verhältnissen, der Länge der zu errichtenden Leitung, der hierfür bestimmten Zeit etc. abhängig.

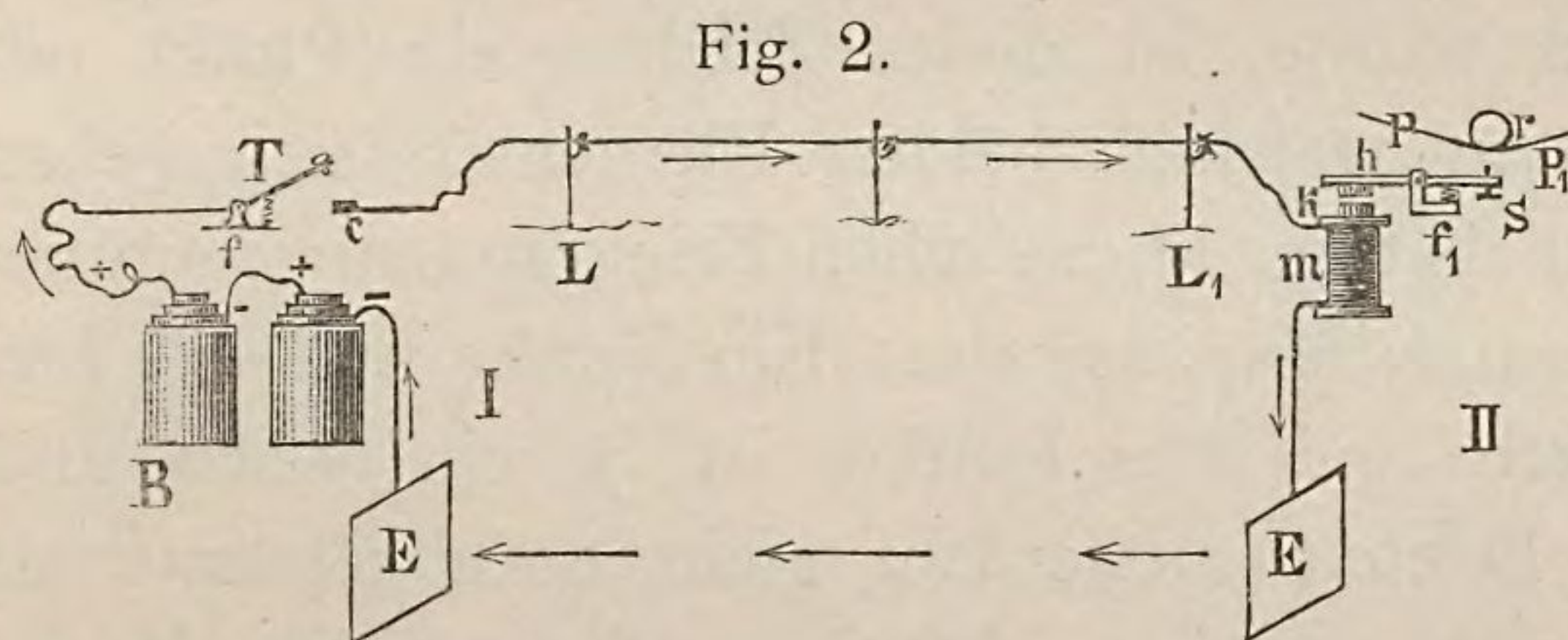
Der Staats- und Festungs-Telegraph sind schliesslich, wie schon dargelegt, stabile, schon in Friedenszeiten etablirte Einrichtungen.

Nach diesen allgemeinen Andeutungen über die Verwendung der Feldtelegraphen-Apparate gehen wir nunmehr zur Beschreibung der einzelnen Constructionen über.

3. Stations-Apparate für Feld-Telegraphie.

Wie schon oben mitgetheilt, ist gegenwärtig bei fast sämtlichen Armeen der Apparat von Morse, als Farb- oder Stiftsschreiber, für die Zwecke der militärischen Feld-Telegraphie normirt, und wollen wir daher mit der Beschreibung dieses Apparates beginnen.

Die beiden wichtigsten Theile desselben sind: der Taster oder Zeichengeber und der Schreib-Apparat oder Zeichenempfänger. Nachstehende Fig. 2 veranschaulicht in schematischer Darstellung die Functionirung dieser beiden Apparattheile. Die Aufgabsstation ist hier mit I,



die Empfangsstation mit II bezeichnet. In I befindet sich die galvanische Batterie *B*, der Taster *T* und die Erdplatte *E*; in II ist der Schreib-Apparat aufgestellt, bestehend aus dem Elektromagnet *m*, dem Schreibhebel *h* mit dem schreibstift *S* und dem über die Rolle *r* laufenden Papierstreifen *P P*₁, sodann die Erdplatte *E*.

Die Uebertragung der elektrischen Zeichen erfolgt in nachstehender Weise: Wenn in Station I der Taster *T* auf den Contact *c* niedergedrückt und dadurch die Leitung geschlossen wird, so fließt aus der galvanischen Batterie *B* durch den Taster *T* und die auf Telegraphenstangen geführte Drahtleitung *L L*₁ der elektrische Strom zur Station II, gelangt hier in die Windungen des

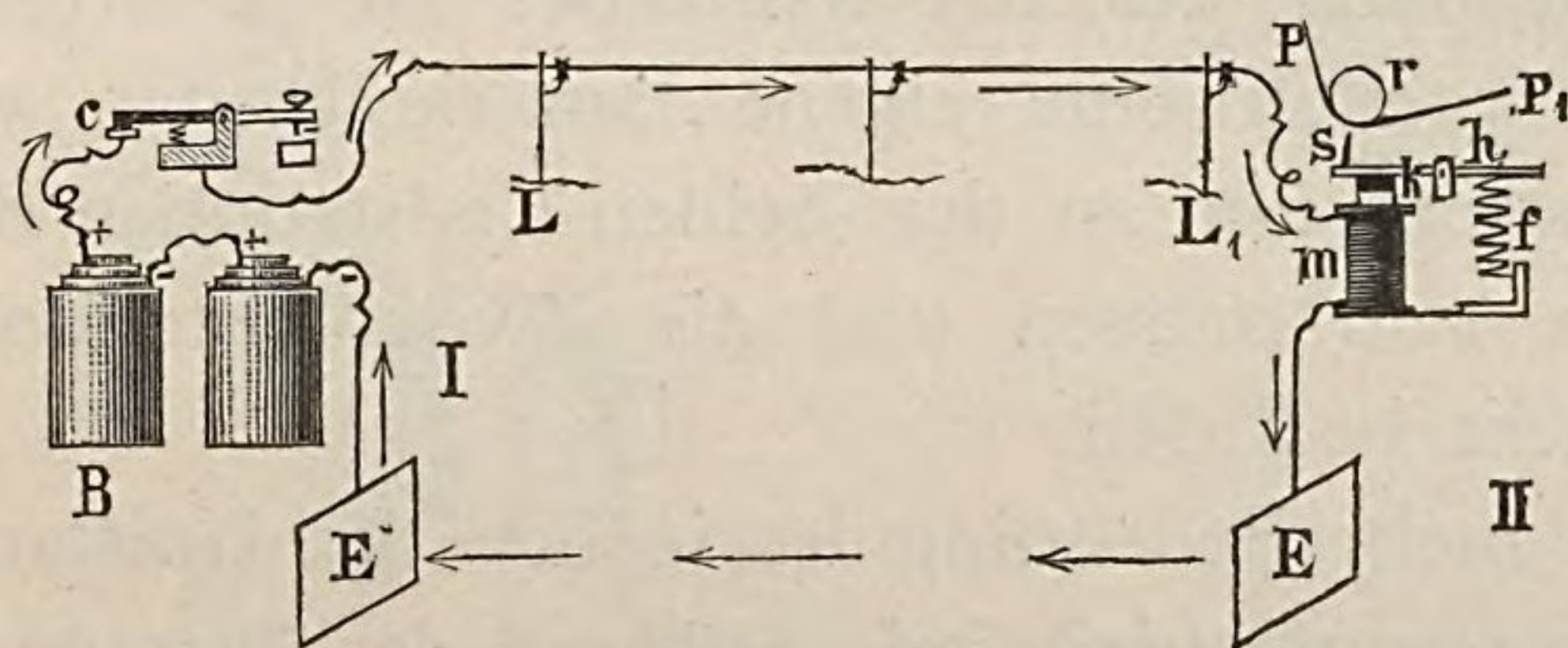
Elektromagnets m und nach Passirung derselben in die Erdplatte E_1 , wo er dann durch Erdleitung zur Erdplatte E wieder zur Batterie zurückgelangt, wie die beigetzten Pfeile dies andeuten.

In dem Momente, als der elektrische Strom in die Drahtwindungen bei m eintritt, wird der innerhalb derselben befindliche Kern k aus weichem Eisen magnetisch und zieht den mit einem Eisenplättchen versehenen Hebel h an. Hierdurch wird der Schreibstift S an die Rolle r angedrückt und bringt somit auf dem zwischenliegenden Papierstreifen $P P_1$ ein Zeichen hervor. Je nachdem der Taster nur für einen Moment oder etwas länger niedergedrückt wurde, ist dieses Zeichen ein Punkt oder ein Strich, aus welchen beiden Elementen sich bekanntlich das Alphabet der Morse'schen Telegraphen zusammensetzt. So bedeutet beispielsweise: Ein Punkt und ein Strich A, ein Strich und drei Punkte ist B, ein Strich und zwei Punkte D etc.; ausserdem giebt es abgekürzte einfache Zeichen für gewisse, häufig vorkommende Worte. So bedeutet ein Strich und zwei Punkte das Wort „dringend“, drei Punkte nacheinander sind die Abkürzung für das Wort „Staatsdepesche“ etc.

Die Fortbewegung des Papierstreifens $P P_1$ wird durch ein in Fig. 2 nicht aufgenommenes mechanisches Uhrwerk bewirkt. Die an dem Hebel h angebrachte Spiralfeder f_1 hat den Zweck, den Schreibstift S nach Aufhören des elektrischen Stromes sofort von dem Papierstreifen wieder zurückzuziehen und der in dem Elektromagnet noch verbleibenden geringen Anziehungskraft entgegenzuwirken. Ebenso hält bei dem Taster T die Feder f denselben stets in einer bestimmten Entfernung von dem Contacte c .

Bei Anwendung der Morse-Apparate unterscheidet man zwei Arten des Telegraphirens, nämlich diejenige mit Arbeitsstrom und jene mit Ruhestrom. Die oben skizzierte Art des Zeichengebens ist diejenige mit Arbeitsstrom, d. h. für gewöhnlich circulirt kein Strom in der Leitung, sondern es wird derselbe erst durch das Niederdrücken des Tasters geschlossen und hierdurch das Zeichengeben bewirkt. Das Gegentheil wird bei Anwendung des Ruhestromes benutzt. In diesem letzteren Falle circulirt der elektrische Strom continuirlich durch die Leitung und wird erst durch das Niederdrücken des Tasters

Fig. 3.



unterbrochen. Die Schaltungsweise der Apparate bei Ruhestrombetrieb ist in Fig. 3 skizzirt. So lange keine Depesche abgegeben wird, fließt der elektrische Strom von der Batterie B zu dem Contacte c , von hier durch die linksseitige (in der Zeichnung schwarz ausgezogene) Hälfte des Tasterarmes in den schraffirten Ständer des Tasters, gelangt dann in die Drahtleitung L L_1 zur Station II, in die Spulen des Elektromagnets m und nach Passirung derselben in die Erdplatte E_1 , von wo der Strom durch die Erde zur Platte E zurück wieder zur Batterie kommt, wie die beige gesetzten Pfeile dies andeuten.

Der Elektromagnet m ist daher für gewöhnlich magnetisch und zieht den Schreibhebel h continuirlich an;

durch die umgekehrte Stellung des Hebels h , respective die Verlegung von dessen Drehpunkt, wird aber jetzt durch die Anziehung des Magnets der Schreibstift s nicht an den Papierstreifen angedrückt, sondern im Gegentheil von demselben entfernt gehalten. Erst wenn der Taster durch Niederdrücken von dem Contacte c entfernt und dadurch der Strom unterbrochen wird, lässt der Elektromagnet den Schreibhebel h los und nun drückt die Feder f den Schreibstift s an die Rolle r an. Die Art der Zeichengebung ist also die entgegengesetzte wie früher.

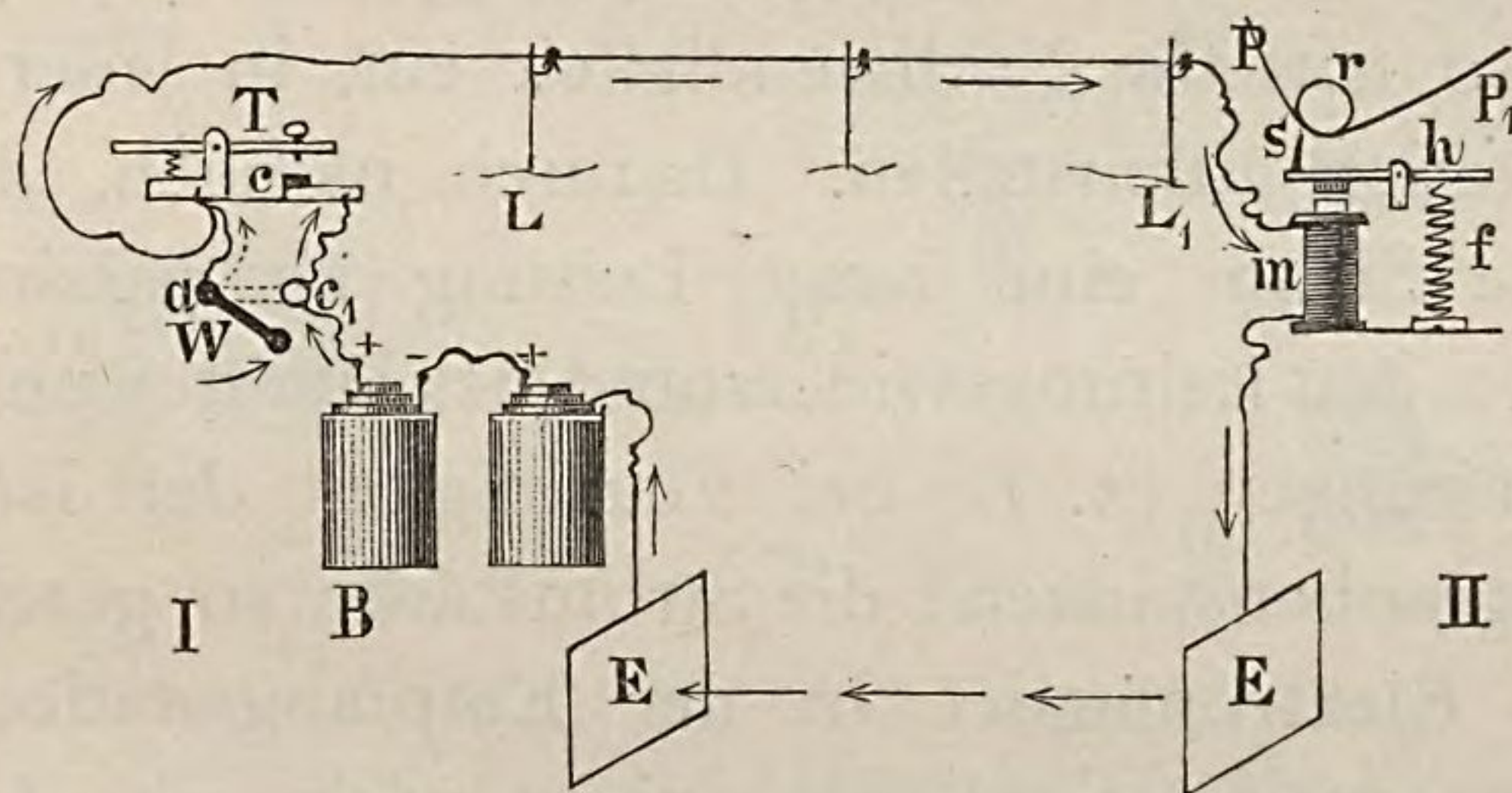
Beide Methoden des Telegraphirens, Ruhestrom- wie Arbeitsstrombetrieb, haben gewisse Vor- und Nachteile. Bei Anwendung des Arbeitsstromes ist es erforderlich, dass jede Station eine eigene Batterie besitzt, während bei Ruhestrom nur an den beiden Endstationen Batterien befindlich sein müssen und die Zwischenstationen derselben nicht bedürfen.

Von mehr Bedeutung ist jedoch der Umstand, dass beim Ruhestrombetrieb jede Störung der äusseren Drahtleitung durch das Zurückgehen der Nadel eines eingeschalteten Galvanometers sofort wahrgenommen werden kann, während beim Arbeitsstrom der entstandene Fehler meist erst in dem Augenblicke bemerkt wird, wo telegraphirt werden soll. Da bei den feldmässigen Telegraphen-Anlagen Störungen sehr leicht vorkommen können, so empfiehlt sich für dieselben wohl das System der Ruhestromschaltung, doch erfordert dasselbe gute Isolirung der Leitung, weil sonst Nebenschliessungen eintreten, welche auf die Zeichengebung störend einwirken können.

Die Vortheile beider Methoden lassen sich durch die sogenannte **amerikanische Schaltweise** theilweise vereinigen. Dieselbe besteht darin, dass mit Hilfe eines

verstellbaren Metallblättchens, des „Sprechwechsels“, die Zeichengebung mit Arbeitsstrom geschehen kann, während in der Zeit, wo keine Depeschen übermittelt werden, die Leitung von dem Ruhestrom durchflossen wird. Die Art dieser Schaltung ist aus Fig. 4 ersichtlich. Der Sprechwechsel ist hier mit W bezeichnet und erscheint so gestellt, dass er mit der galvanischen Batterie B nicht in Verbindung ist. In der in der Zeichnung angedeuteten Lage desselben circulirt kein elektrischer Strom in der Leitung; der Schreibhebel h in Station II wird daher

Fig. 4.



von der Feder f herabgezogen und der Schreibstift S liegt an dem Papierstreifen $P P_1$ an. Drückt man jedoch auf den Taster T in Station I, so wird Stromschluss hergestellt, der Elektromagnet m wird magnetisch und zieht den Schreibstift S zurück. Es ist somit bei geöffnetem Sprechwechsel die Zeichengebung mit Arbeitsstrom möglich.

Wird der Sprechwechsel W dagegen um den Punkt a so gedreht, dass mit dem Contacte c_1 leitende Verbindung hergestellt ist, so kann nun der elektrische Strom der Batterie B auch bei geöffnetem Taster nach Station II gelangen und durchfließt daher die ganze Leitung als

Ruhestrom. In diesem Fall hat der Ruhestrom nur den Zweck, sofort erkennen zu lassen, wenn eine Unterbrechung der Leitung eintritt, um selbe ohne Zeitverlust wieder beheben zu können. Nach diesem Principe ist beispielsweise der österreichische Feldtelegraphen-Apparat eingerichtet.

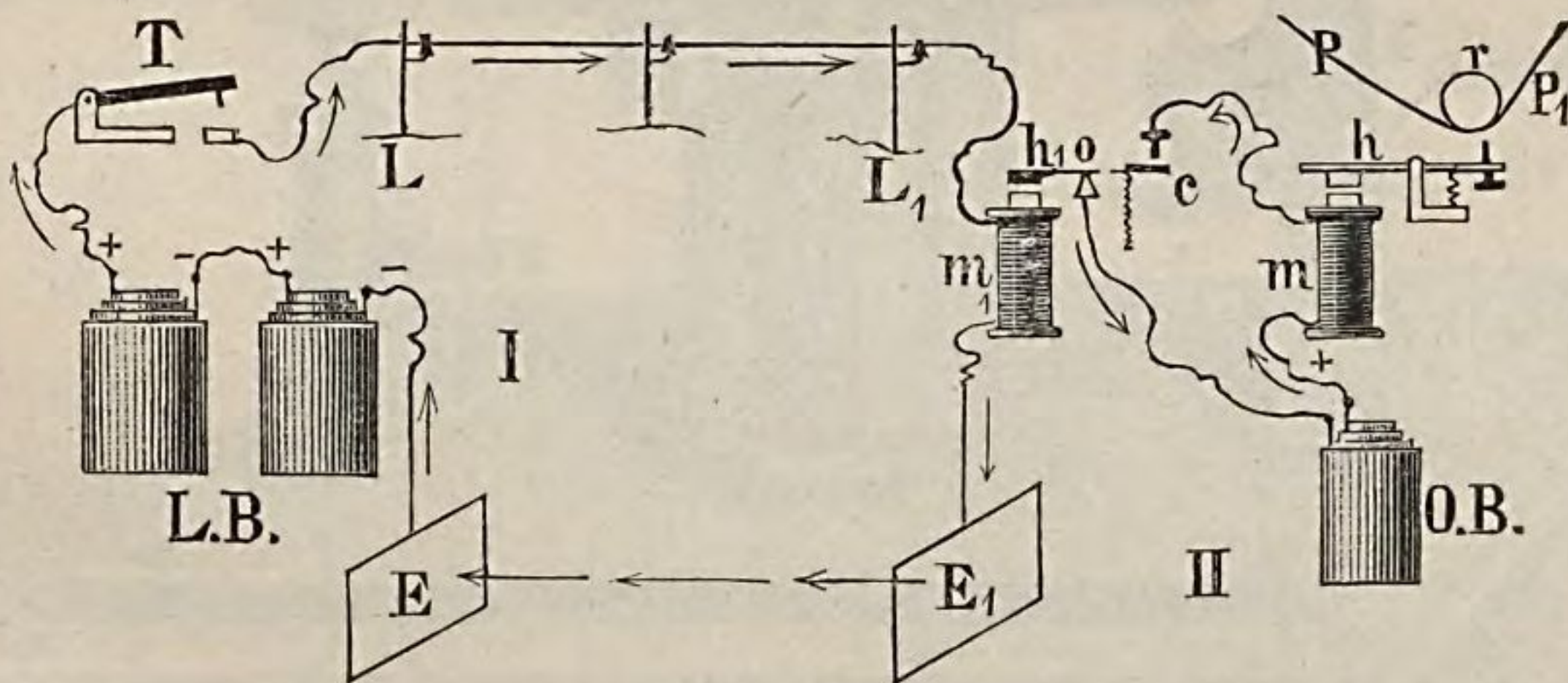
Wenn auf relativ nur geringe Entfernungen telegraphirt werden soll, wie dies ja bei Feldtelegraphen gewöhnlich der Fall ist, so genügt, besonders bei Anwendung von Farbschreib-Apparaten, für jede Station nur eine galvanische Batterie. Soll dagegen auf grosse Entfernungen und mit Stiftschreib-Apparaten telegraphirt werden, so tritt die Nothwendigkeit ein, in jeder Station zwei Batterien aufzustellen. Dadurch nämlich, dass der elektrische Strom eine lange Leitung zu passiren hat, wird durch den Leitungswiderstand des Drahtes und durch Nebenableitungen (z. B. bei Feuchtigkeit der Isolatoren und Telegraphenstangen) die Stromstärke so geschwächt, dass der Elektromagnet in der Empfangsstation nicht mehr mit genügender Kraft activirt wird, um deutliche Eindrücke auf dem Papierstreifen hervorzubringen.

Durch Vergrößerung der Batterien könnte man diesem Uebelstande zwar theilweise abhelfen, würde jedoch bald an eine Grenze kommen, wo die Vergrößerung der Batterie von keinem weiteren Nutzen wäre. Daher wendet man dies Mittel nicht an, umsoweniger, als sich auf weit einfachere Weise auch mit schwachen Strömen auf grosse Entfernungen hin telegraphiren lässt. Dies letztere Verfahren besteht in der Anwendung von zwei Batterien in jeder Station, mit Zuhilfenahme eines Zwischenschalters, des sogenannten Relais. Letzteres ist ein ebensolcher Elektromagnet, wie jener in dem Schreib-Apparate, der eben-

falls einen Hebelarm auf und ab bewegt und hierdurch Stromschluss oder Oeffnung der erwähnten zweiten Batterie bewirkt, welche dann ihrerseits wieder den Schreib-Apparat activirt.

Die Wirkungsweise und Schaltung der Apparate ist aus nebenstehender Fig. 5 zu entnehmen. In Station I ist, wie bisher, die Batterie, die wir jetzt als Linienbatterie mit LB bezeichnen, und der Taster T aufgestellt. Durch Niederdrücken desselben wird der Strom geschlossen, gelangt nach II in den Elektromagnet m_1 des Relais, von

Fig. 5.



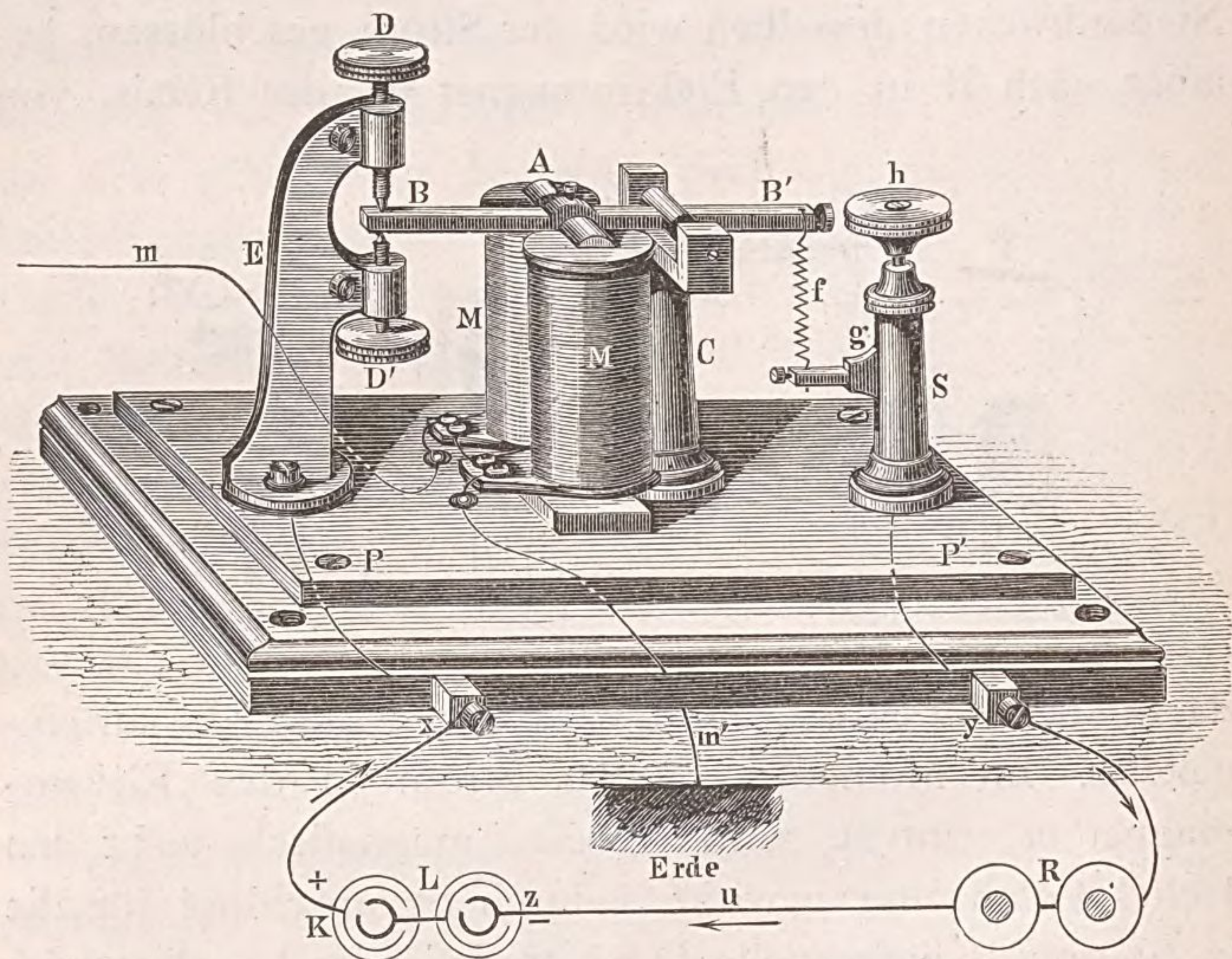
da in die Erdplatte E_1 und wird durch die Erde zurückgeleitet. Im Momente, als der Strom in den Elektromagnet m_1 eintritt, wird derselbe magnetisch, zieht den Hebel h_1 an und bewirkt dadurch Stromschluss für die in Station II aufgestellte Ortsbatterie (oder Localbatterie) OB , indem der elektrische Strom dieser zweiten Batterie in den Drehpunkt o des Relaishebels h_1 eintritt und durch den Contact c in den Schreib-Apparat gelangt, welcher dann in der früher beschriebenen Weise functionirt.

Dadurch nun, dass der Relaishebel einer viel geringeren Kraft bedarf, als der Hebel des Schreib-Apparates, ist es möglich, denselben auch mit schwächeren Strömen zu bewegen und so das Aufstellen grosser Batterien zu

umgehen. Die Ortsbatterie OB bedarf auch nur weniger Elemente, da der Stromlauf derselben sehr kurz und direct durch Drähte, ohne Erdleitung, geschlossen ist.

In dem Bestreben, das Relais möglichst empfindlich zu machen, d. h. schon mit ganz schwachen Strömen in Thätigkeit setzen zu können, sind verschiedene Constructions desselben in Anwendung gebracht worden; so das

Fig. 6.



Siemens'sche Inductionsrelais, das amerikanische Relais, ein Relais ohne Anker von Siemens u. A.

In Fig. 6 ist die gewöhnlichste Form des sogenannten **Morse'schen Relais** dargestellt. MM ist der Elektromagnet, der mit einigen tausend Windungen sehr feinen, mit Seide übersponnenen Kupferdrahtes umwickelt ist; BB' der bewegliche Hebel, welcher im Ruhezustande durch die Spiralfeder f an die Schraube D angedrückt wird.

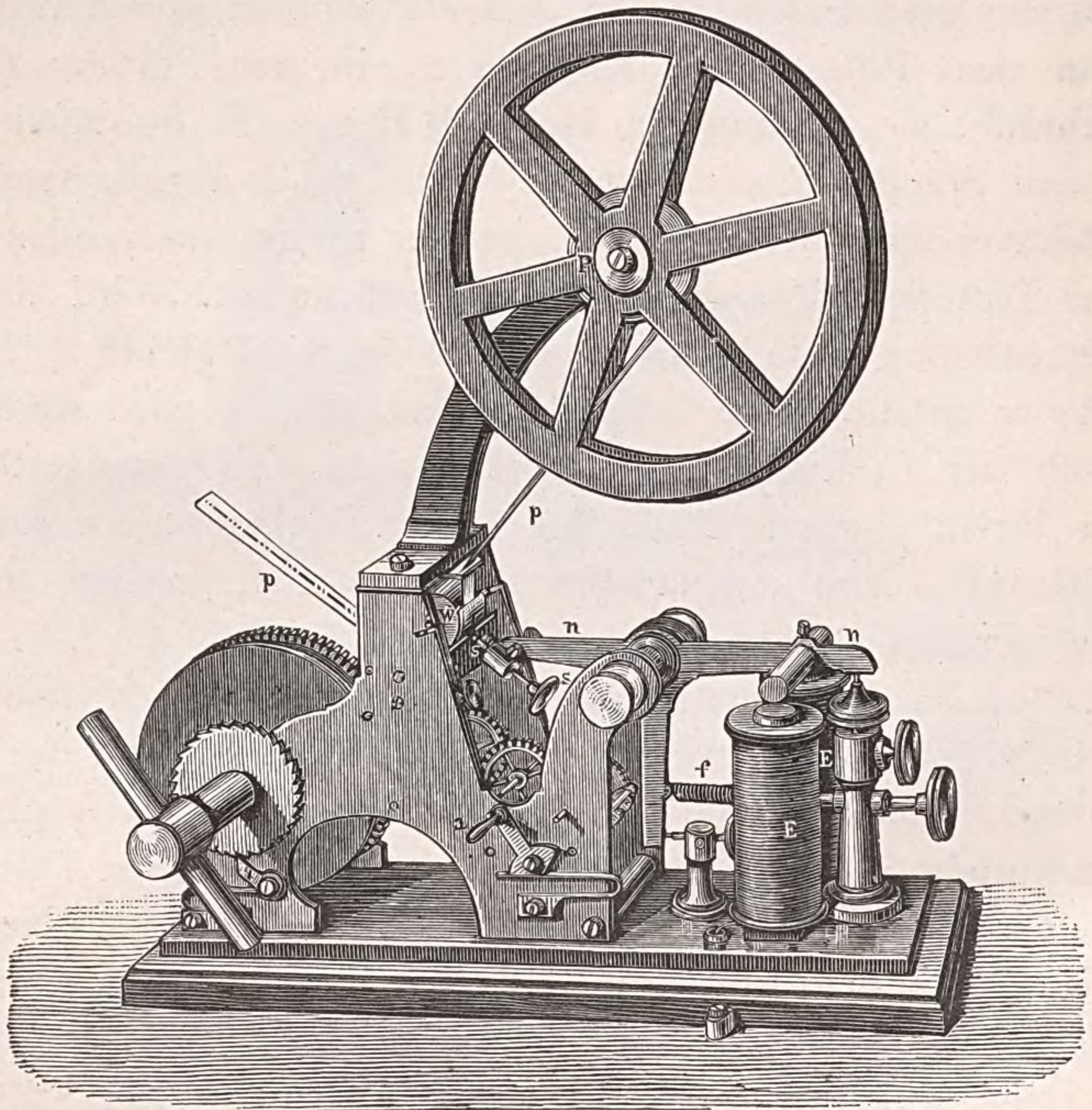
Tritt nun aus der Telegraphenleitung bei *m* ein elektrischer Strom ein, so activirt derselbe, indem er durch die Windungen des Elektromagnets und in die Erde abfließt, den Hebel *B B'*, welcher herabgezogen wird und mit der Schraube *D'* in Berührung kommt. Hierdurch wird der Strom der bei *L* angedeuteten Localbatterie geschlossen, indem derselbe nämlich seinen Weg von dem Pole *K* zur Klemme *x*, in den Ständer *E*, Schraube *D'*, sodann den Hebel *B B'*, in die Spiralfeder *f*, den Ständer *S*, die Klemme *y*, den bei *R* angedeuteten Elektromagnet des Schreib-Apparates nimmt und sodann zur Batterie auf kurzem Wege zurückkehrt. Wird der Linienstrom unterbrochen, so schlägt der Hebel *B B'* wieder an die obere Schraube *D* an und es wird somit auch der Localstrom unterbrochen, da die Schraube *D* an ihrem unteren Ende mit einem kleinen Stifte aus Elfenbein, dem sogenannten Ruhecontact, versehen ist, welcher den elektrischen Strom nicht leitet.

Andere Constructionen des Relais zu beschreiben, würde für den Umfang vorliegenden Buches zu weit führen, und beschränken wir uns daher auf das Gesagte, umsomehr als mit Ausnahme der österreichischen Feld-Telegraphen-Apparate die Stations-Apparate der übrigen Feldtelegraphen-Abtheilungen zumeist ohne Relais arbeiten.

Die Einrichtung des gewöhnlichen Morse'schen Stiftschreibers ist aus Fig. 7 zu entnehmen. *EE* ist der Elektromagnet, *nn* zeigt den beweglichen Hebelarm, der an seinem einen Ende den Schreibstift *ss* trägt. Auf der Rolle *P* wird der Papierstreifen *pp* aufgerollt und das Ende desselben zwischen zwei kleinen Walzen *w* durchgezogen. Durch das in der Zeichnung ersichtliche Räder-

werk werden diese Walzen in gleichförmige Rotation versetzt und bewegen dadurch den Papierstreifen. Der Schlüssel *A* dient zum Aufziehen der das Räderwerk treibenden Feder; mittelst der Kurbel *a* kann das Räderwerk arretirt oder wieder in Gang versetzt werden.

Fig. 7.

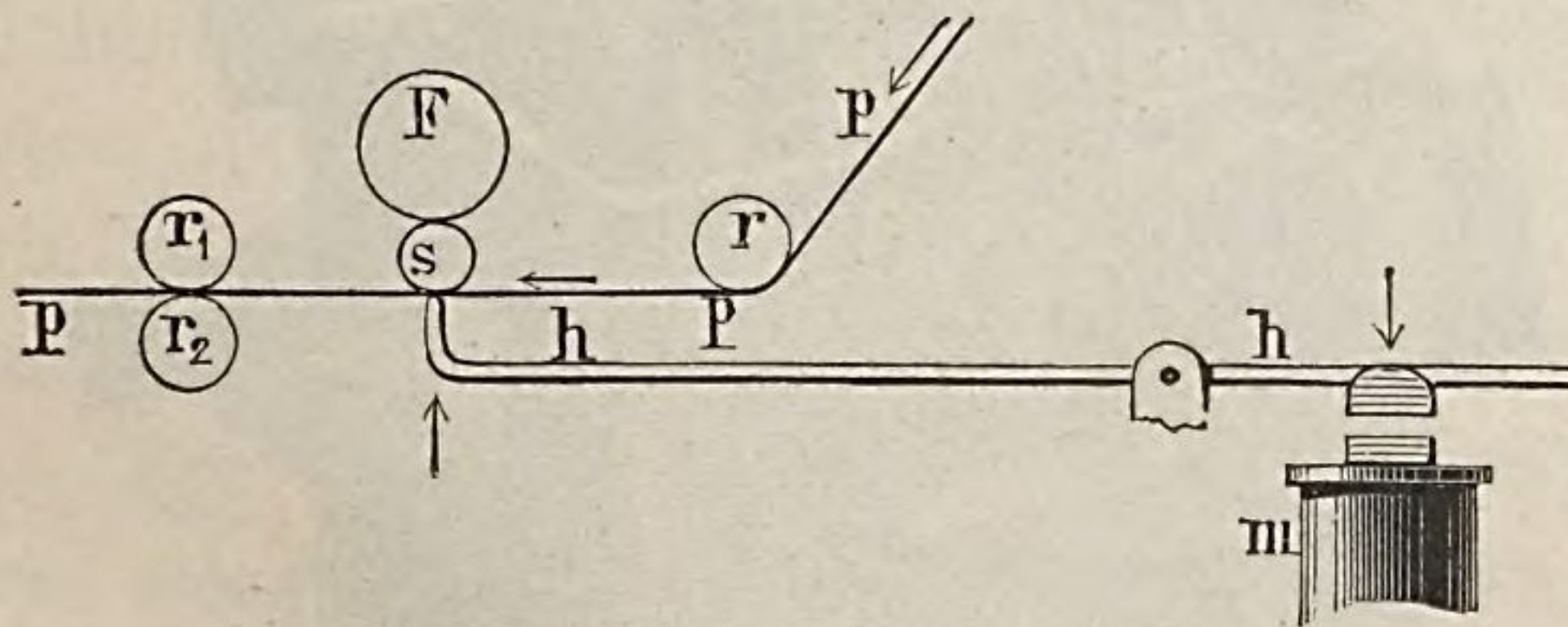


Die Functionirung des Apparates besteht, wie schon auseinandergesetzt, darin, dass durch Schliessen des elektrischen Stromes in der Aufgabsstation der Elektromagnet activirt wird, den Hebel, welcher ein Querstück aus weichem Eisen trägt, anzieht und dadurch den Schreibhebel an den Papierstreifen andrückt. Um deutliche

Zeichen zu erhalten, ist hierbei die eine der beiden Walzen w , über welche der Papierstreifen läuft, mit einer Nuth versehen, so dass das Papier unter dem Schreibstifte hohl liegt.

Die Farbschreib-Apparate, welche auf dem nämlichen Principe beruhen wie die Stiftschreiber, unterscheiden sich von letzteren dadurch, dass hier die Markirung der Zeichen vermittelt einer dünnkantigen, mit blauer oder schwarzer Farbe bestrichenen Walze geschieht, welche in gleicher Weise durch einen Hebel an den Papierstreifen angedrückt wird, wie der Schreibstift.

Fig. 8.

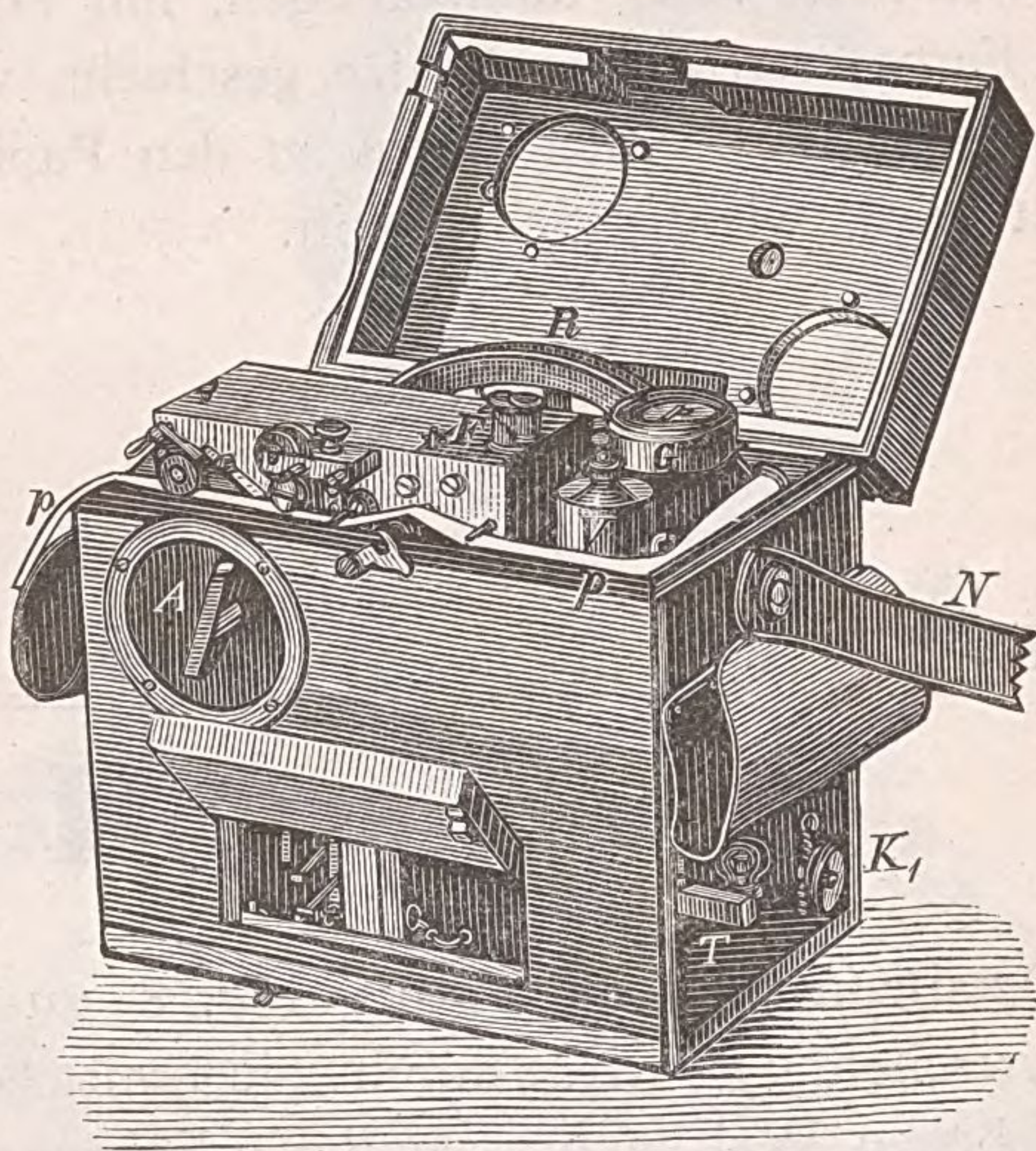


Die Detailconstruction ist aus Fig. 8 zu ersehen. Der Papierstreifen $p p$ wird durch die mittelst Räderwerk betriebenen Walzen $r_1 r_2$ und die Führungswalze r derart fortbewegt, dass er sich, wenn keine Zeichen gegeben werden, stets in einer geringen Entfernung von der Schreibwalze s befindet. Sobald jedoch der Hebel h von dem Elektromagnet M angezogen wird, drückt das andere Ende des Hebels den Papierstreifen für längere oder kürzere Zeit an die Schreibwalze s an. Letztere bewegt sich durch Friction an der mit Flanell belegten Farbwalze F und ist daher an ihrem Umfange stets mit Farbe befeuchtet, womit die Zeichen markirt werden. Von

Zeit zu Zeit ist es erforderlich, farbige Oeltinte mittelst eines Pinsels auf die Farbwalze aufzutragen.

Der Vorthail dieser Farbschreib-Apparate besteht darin, dass sie eine viel geringere Stromstärke beanspruchen, als die Stiftschreiber und daher auch auf grössere Entfernungen direct, ohne Anwendung des Relais, arbeiten

Fig. 9.



können. Im Uebrigen ist deren Einrichtung analog jener der Stiftschreiber.

Ein feldmässig eingerichteter, tragbarer Morse-Farbschreiber von Siemens und Halske ist in Fig. 9 dargestellt. In dem mit Tragriemen versehenen Kästchen befindet sich ausser dem Schreib-Apparate noch der Taster *T* und ein Galvanoskop *G*, ferner ein Fläschchen *V* mit dem nöthigen Farbevorrath. Durch Stellung eines Zeigers lässt sich der Apparat sowohl für Arbeitsstrom,

als auch für amerikanischen Ruhestrom einschalten. In dem Deckel des Kästchens sind zwei Gläser eingesetzt, um auch bei geschlossenem Zustande des Kastens das Galvanoskop und den Papierstreifen sehen zu können. Zur Einschaltung der Drahtleitung und der galvanischen Batterie dient die rechtsseitige Klemme K_1 , sowie zwei andere, an der linken Seite des Kastens befindliche Klemmschrauben.

Ein ganz ähnlicher Apparat, jedoch überdies noch mit einem Telephon und Aufruf versehen, wurde von der deutschen Armeeverwaltung als Vorposten-Telegraph eingeführt.

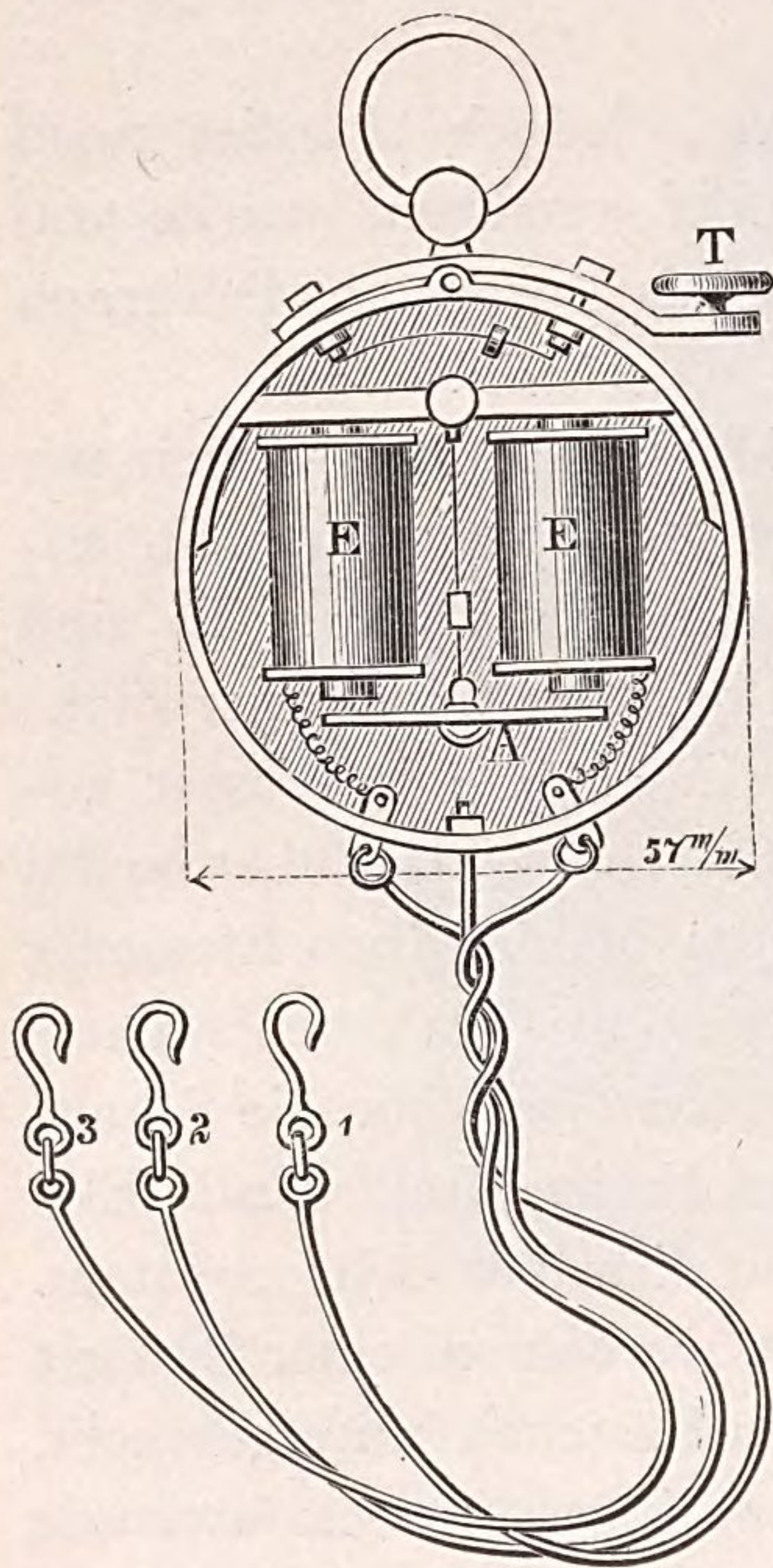
Im Anschluss an den Morse-Apparat wollen wir die für feldmässige Ausrüstung desselben allgemein angewendeten galvanischen Elemente erwähnen. Es sind dies Marié-Davy'sche Elemente, bestehend aus einer Zink- und einer Kohlenplatte, welche in einen mit Wasser angerührten Brei aus schwefelsaurem Quecksilberoxydul eingesenkt werden. Die Becher für die einzelnen Elemente bestehen zumeist aus Hartgummi und haben einen wasserdicht schliessenden Deckel aufgesetzt, welcher die Schaltklemmen trägt. Die elektromotorische Kraft dieser Elemente beträgt 1.5 Volts und sind dieselben sehr constant. Je sechs, acht bis zehn Elemente werden zu einer Batterie vereinigt und in einem separaten Kästchen untergebracht. Der Umstand, dass hier nur eine Flüssigkeit nothwendig ist und daher Thonzellen oder sonstige Diaphragmen entfallen können, macht dieselben sehr geeignet für den Transport.

Compendiöser noch als die Morse'schen Apparate können die sogenannten **Klopf-Apparate** eingerichtet werden. Dieselben bestehen nur aus einem Elektromagnet

mit Anker, einem Taster und der stromerzeugenden Batterie. Der Anker trägt einen Metallknopf, welcher an die Wand des Apparatgehäuses oder sonst einen Contact schlägt, sobald ein elektrischer Strom durch die Drahtwindungen des Magnets geleitet wird. Die telegraphischen

Zeichen werden hier nicht markirt, sondern müssen nach dem Gehöre abgelesen werden, was jedenfalls grosse Uebung erfordert.

Fig. 10.



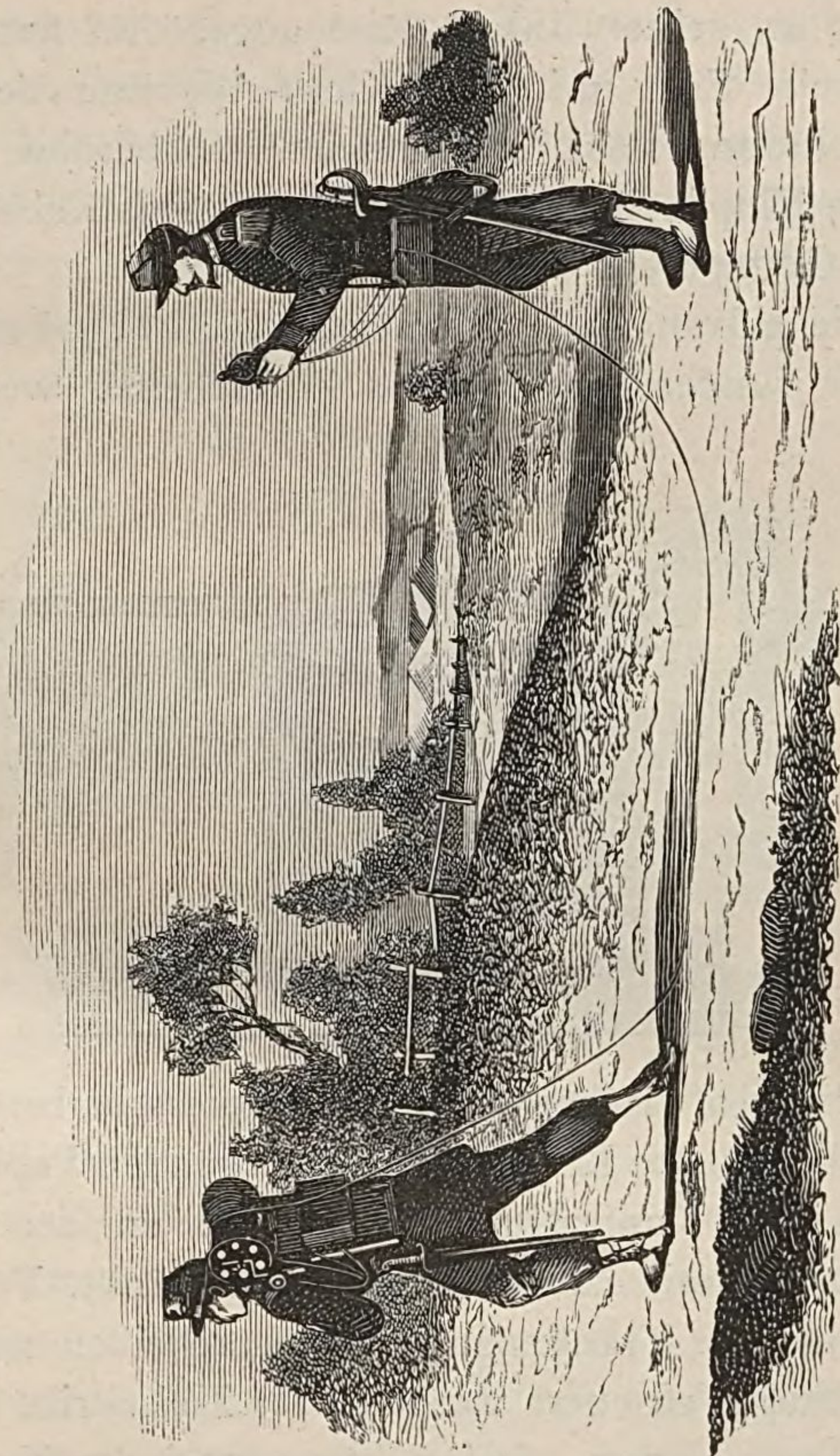
In nebenstehender Fig. 10 ist der in der französischen Armee eingeführte Klopf-Apparat von Trouvé dargestellt. *E E* bezeichnet den Elektromagnet, *A* den um einen Drehpunkt beweglichen Anker, *T* den Taster, welcher an der Aussenseite des Apparatgehäuses angebracht ist. Beim Niederdrücken des Tasters wird Stromschluss bewirkt, der Elektromagnet hierdurch activirt und der Anker angezogen, wobei derselbe an einen oberhalb desselben befindlichen Metallknopf an-

schlägt. Das auf diese Art erzeugte Geräusch ist stark genug, um wahrgenommen zu werden, ohne dass man den Apparat direct an das Ohr zu halten braucht. Drei Verbindungsdrähte, welche gleichzeitig als Tragschnüre dienen, vermitteln die Stromleitung zur Batterie und der

Kabel-Hin- und Rückleitung. Der Apparat ist nur wenig grösser als eine gewöhnliche Taschenuhr.

Die complete Einrichtung eines derartigen Trouvé-

Fig. 11.

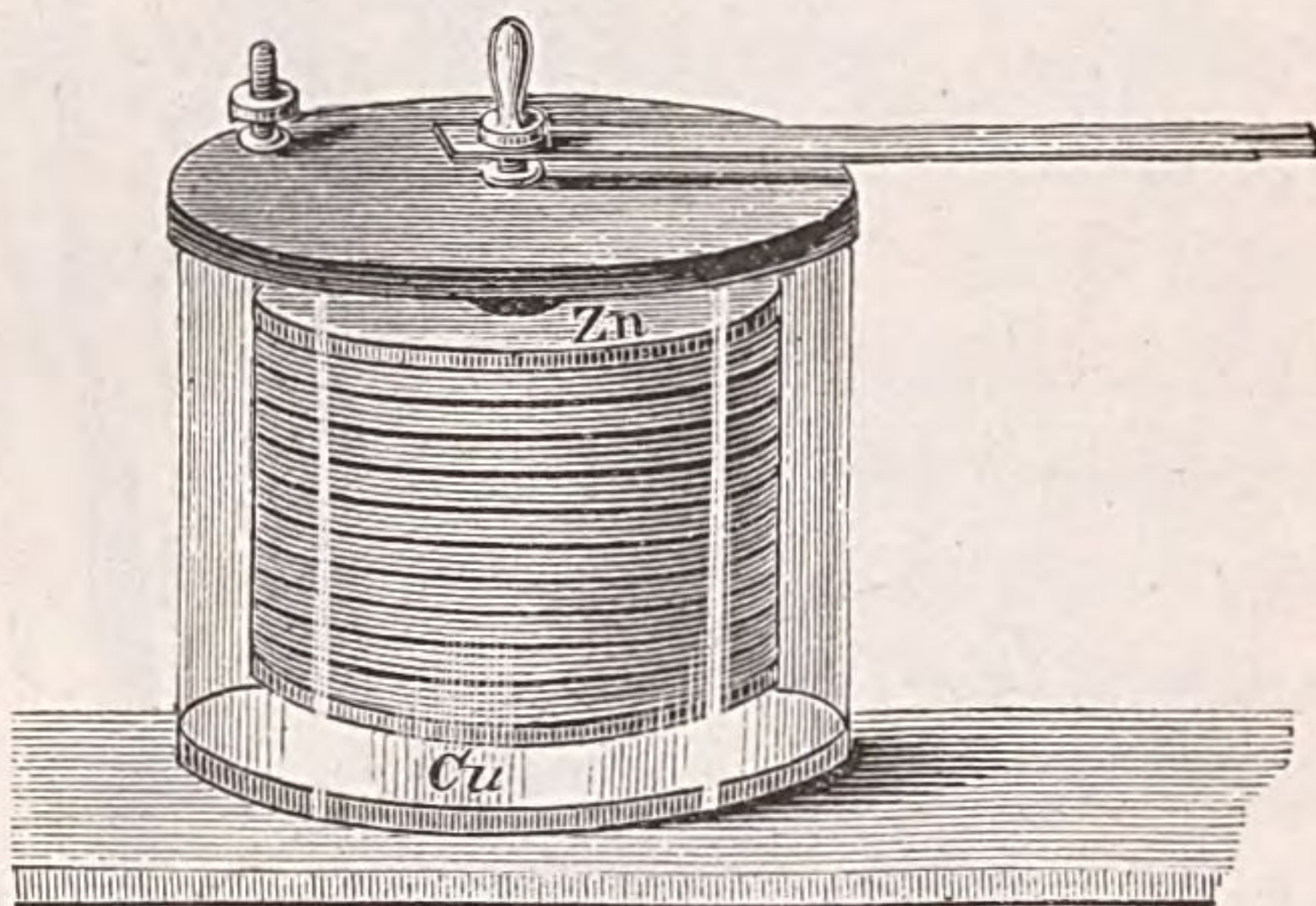


schen Telegraphen mit zwei Stationen ist aus Fig. 11 zu entnehmen. Der voranschreitende Soldat trägt auf dem Rücken eine Art Tornister mit 1000 Meter Kabel und einer Trouvé'schen Batterie aus neun Elementen. Unter-

halb der Kabelrolle ist der Klopf-Apparat angehängt. Das eine Ende des sich abwickelnden Kabels ist an einer Klemme jenes Batteriekastens befestigt, welchen der Officier an seiner linken Seite angegürtet hat, während das zweite Ende mit dem Klopf-Apparate des Soldaten in Verbindung steht. Der Officier ist überdies mit einem zweiten Klopf-Apparate ausgerüstet. Das Kabel hat zwei durch Guttapercha isolirte Drahtadern.

Die galvanischen Elemente (Fig. 12) bestehen aus je einer runden Kupfer- und Zinkscheibe, welche durch

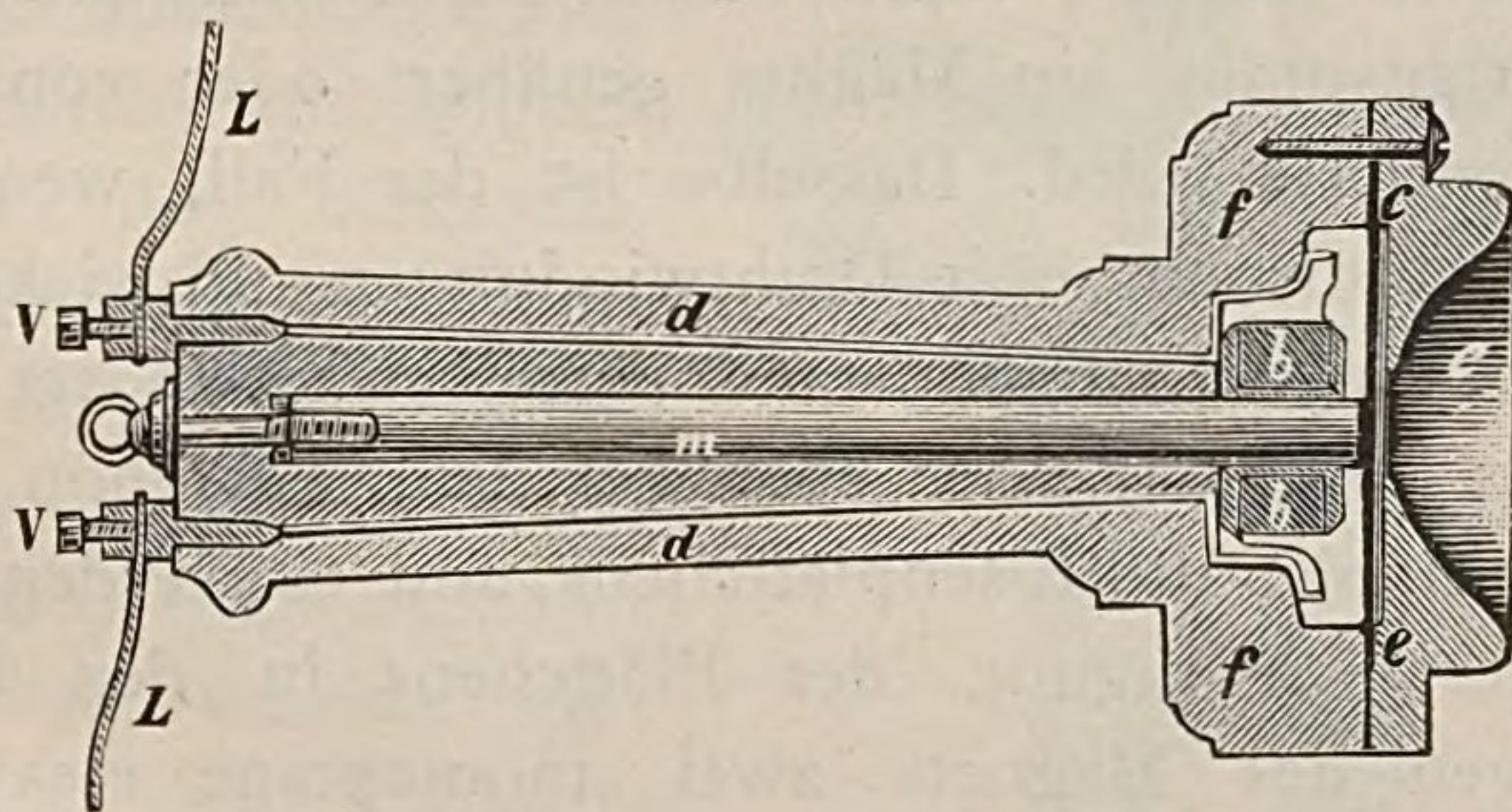
Fig. 12.



eine dicke Zwischenlage von Papierscheiben getrennt sind. Die an der Kupferplatte anliegenden Papierscheiben werden mit Kupfervitriollösung, die an der Zinkplatte anliegenden mit Zinkvitriollösung getränkt. Von Zeit zu Zeit muss die Tränkung der Papierscheiben mit Kupfervitriollösung erneuert werden; der Zinkvitriol bildet sich von selbst wieder. Die elektromotorische Kraft dieser Elemente ist der eines Daniell'schen Elementes gleich; der innere Widerstand dagegen grösser. Zum Auslegen eines Kilometers Kabel mit dem Trouvé'schen Apparate sind bei offenem Terrain circa 10 Minuten erforderlich.

Als ein fernerer, in der Feld-Telegraphie bereits mit Erfolg verwendeter Signalisir-Apparat sind die **Telephone** zu bezeichnen. Der ausserordentliche Vortheil, den dieselben vor allen anderen Telegraphen-Apparaten voraus haben, besteht darin, dass sie unmittelbar das gesprochene Wort selbst auf weite Entfernungen hin übermitteln, und zwar derart, dass man an der charakteristischen Klangfarbe der Stimme den in das Telephon Sprechenden sofort erkennen kann.

Fig. 13.



Die Depeschenvermittlung ist eine äusserst rasche und kann von Jedermann ohne Vorübung bewirkt werden; dagegen ist es, ebenso wie bei den Klopff-Apparaten, nicht möglich, die Depesche durch den Apparat registriren zu lassen. Es ist daher kein bleibendes Zeichen gegeben, mittelst welchem die richtige Aufgabe einer Mittheilung nachgewiesen werden kann.

Gegenwärtig existiren schon sehr zahlreiche Constructionen von Telephonen, welche verschieden eingerichtet sind, je nach dem speciellen Zwecke, dem sie dienen sollen. Das Princip der Uebertragung ist jedoch stets das gleiche und wollen wir dasselbe an dem Bell'schen Telephon (Fig. 13) erläutern.

Die wesentlichen Theile jedes Telephons sind: der Magnet *m*, eine Spule feinen Kupferdrahtes *b*, welche den Pol des Magnets umschliesst, und eine Membran *c c* aus weichem Eisenblech.

Indem in den Schallbecher *e* des Telephons hineingesprochen wird, versetzen die hiedurch entstehenden Luftbewegungen die dünne Eisenplatte *c c* in Vibrationen und es kommt die Platte dem Pole des Magnets in rascher Folge bald näher, bald entfernt sie sich von demselben. Bekanntlich wird nun jedesmal ein momentaner elektrischer Strom erzeugt, wenn einem Elektrizitätsleiter (z. B. einer Drahtspule) ein Magnet genähert oder von demselben entfernt wird. Dasselbe ist der Fall, wenn ein Magnet permanent mit Drahtwindungen umwickelt ist und der magnetische Zustand desselben geändert wird. Letzteres geschieht aber eben bei dem Telephon durch die Vibrationen des Eisenplättchens und es werden daher bei jeder Schwingung des Plättchens in den Drahtwindungen des Magnets zwei momentane elektrische Ströme erzeugt. Diese Ströme können durch die Drähte *L L* in ein zweites Telephon geleitet werden, verstärken oder schwächen hier die Anziehung des Magnets auf das Eisenplättchen und versetzen daher dasselbe in die gleichen Vibrationen, wie das Eisenplättchen des ersten Telephons, rufen somit die gleichen Töne hervor, wie jene, die in das erste Telephon hineingesprochen wurden.

Von wesentlichem Einflusse auf das gute Functioniren des Telephons ist die richtige Entfernung des Magnets von der Eisenplatte. Es ist daher an dem unteren Theile der Holzfassung eine Schraube angebracht, durch deren Drehung dem Magnete die gewünschte Stellung gegeben werden kann.

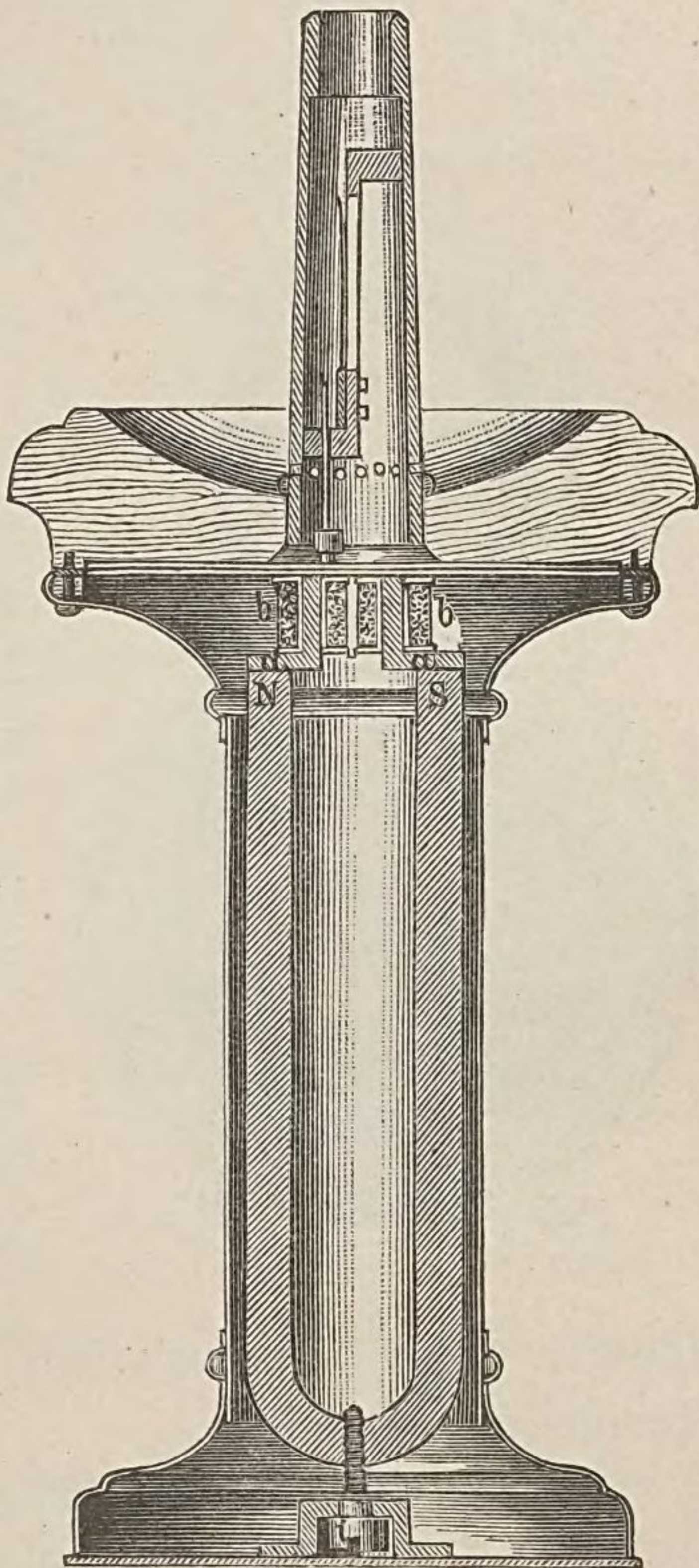
Ein Telephon nach der Construction von Siemens, welches sich beim Gebrauche für Vorposten-Telegraphen sehr bewährt hat, ist in der folgenden Fig. 14 dargestellt. Statt des stabförmigen Magnets ist hier ein hufeisenförmiger Magnet gewählt, welcher an seinen beiden Polen *N S* durch zwei Stahlstücke verlängert ist. Dieselben gehen durch die zwei Inductionsspulen *b b* hindurch und können mittelst der Excenter-schraube dem Eisenplättchen beliebig genähert werden.

Um zu avisiren, wenn gesprochen werden soll, dient eine kleine Zungenpfeife, welche in den Schaltbecher gebracht werden kann.

Der hierdurch im Telephon erzeugte Ton ist stark genug, um aus einigen Schritten Entfernung gehört werden zu können. Mittelst des Siemens'schen Telephons ist eine gute Verständigung bis auf 80 Kilometer Distanz möglich.

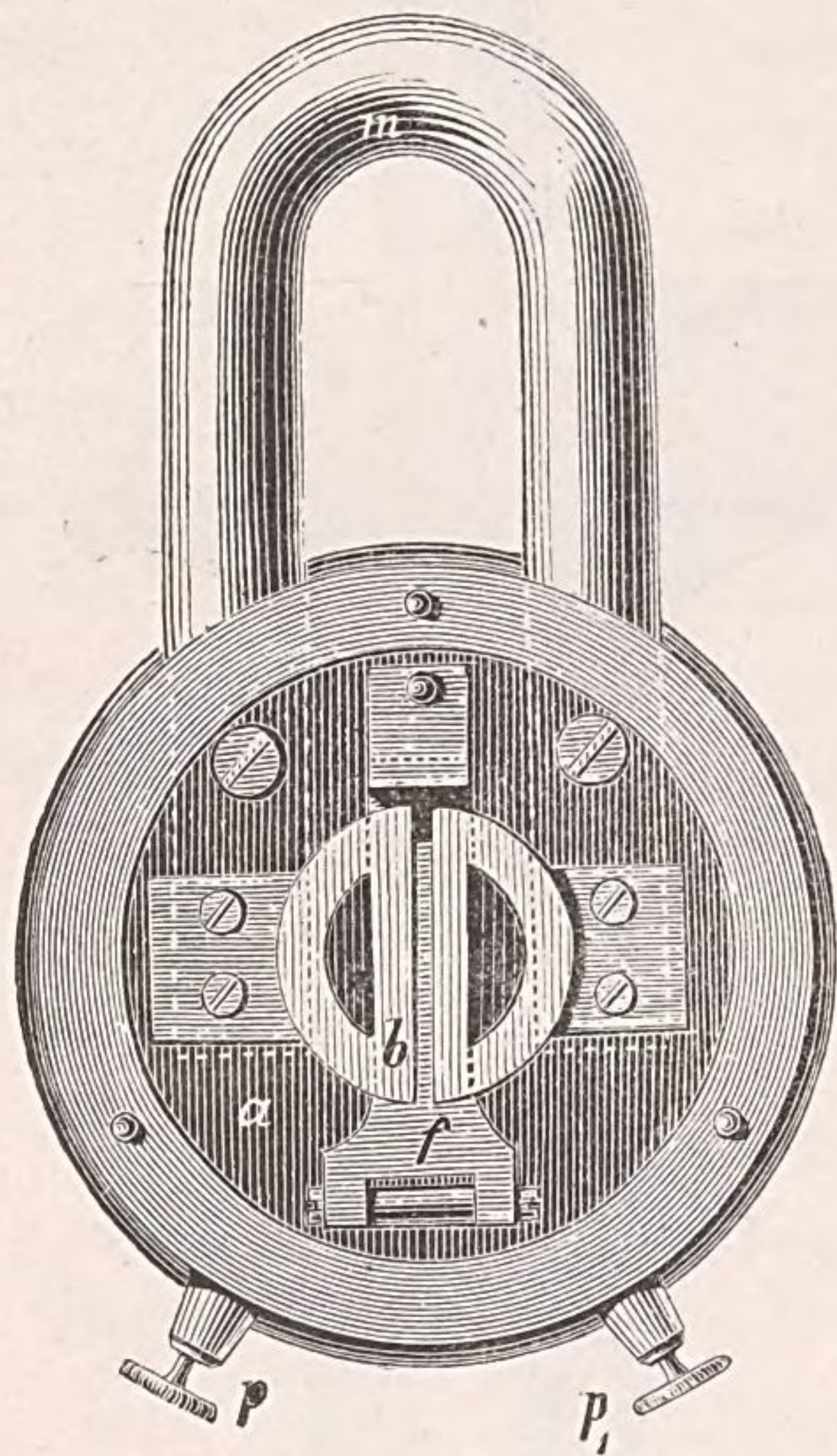
Ein speciell für militärische Zwecke construirtes Telephon ist dasjenige von W. Fein in Stuttgart (Fig. 15).

Fig. 14.



Der hufeisenförmige Stahlmagnet *m* ragt mit seiner gekrümmten Hälfte aus der kreisförmigen Holzbüchse *a* hervor, so dass das Telephon sich an diesem Henkel bequem anfassen und aufhängen lässt; ausserdem wird durch diese Form ein grosser Magnet erzielt, welcher mit bedeutender Stärke wirkt, wodurch natürlich auch die Wirkung des Telephons wesentlich erhöht wird.

Fig. 15.



Der Magnet besteht nicht aus einer soliden Eisenmasse, sondern aus dünnen aneinandergelegten Eisenplättchen oder auch aus feinen Drähten, was von Vortheil sein soll. Um die Eisenkerne in die richtige Stellung zu der Membran zu bringen, ist zwischen den Magnetschenkeln ein messingener Hebel *F* angebracht, welcher sich zwischen zwei Spitzenschrauben dreht und mittelsteiner Stellschraube sich einstellen lässt.

Dieses Telephon soll gegenüber dem Siemens'schen Vorposten-Telephon einige Vortheile besitzen.

Wenn auf grössere Entfernungen gesprochen werden soll, sowie zur Verstärkung des Tones, werden Mikrophone in die Telephonleitungen eingeschaltet, bei gleichzeitiger Anwendung von galvanischen Elementen.

Die Mikrophone bestehen zumeist aus zwei oder mehreren Stückchen harter Kohle, welche durch Be-

festigung an einem Hebelarme oder sonst geeigneterweise einander derart berühren, dass die leiseste Bewegung oder Lufterschütterung genügt, die Contactstellen der Kohlenstückchen zu alteriren. Die Kohlen werden von einem galvanischen Batteriestrom durchflossen, welcher auch die Drahtspulen des Telephons in der Empfangsstation durchkreist. Jede Aenderung in dem Contacte der Kohlenstückchen bewirkt eine Aenderung der Stromstärke der Batterie und bringt damit direct eine Vibration der Telephon-Membran hervor, analog den Vibrationen des Mikrophons.

Die Mikrophone erfordern eine vor allen Erschütterungen gesicherte Aufstellung, eignen sich somit nicht für mobile Verwendung und dürften daher in der Feld-Telegraphie nur beschränkte Benutzung finden. Da es zu weit führen würde, hier auf die verschiedenen Constructionen der Mikrophone einzugehen, so müssen wir diesbezüglich auf den VI. Band vorliegender Bibliothek verweisen.

4. Signalisir-Apparate für verschiedene Zwecke.

Die in dem vorigen Abschnitte behandelten Morse-Apparate, Klopff-Apparate und Telephone haben wir als Stations-Apparate für Feld-Telegraphie bezeichnet, weil dieselben nahezu in sämtlichen Armeen das normirte Ausrüstungsmaterial der regulären Militär-Telegraphen-Abtheilungen bilden.

Ausser diesen Apparaten giebt es jedoch noch eine Reihe anderer Signalisir-Instrumente, welche sich für manche specielle Zwecke eignen und nicht nur von eigens ausgebildeten Telegraphen-Fachleuten, sondern auch von anderen Truppengattungen benutzt werden, so von der Festungsartillerie, der Genietruppe, der Infanterie etc.

In dieser Hinsicht müssen zunächst die **Zeiger-Telegraphen-Apparate** genannt werden, welche öfter Verwendung auf Artillerie-Schiessplätzen, in Festungen und Küstenbatterien finden. Man unterscheidet zweierlei Gattungen von Zeiger-Telegraphen, solche mit galvanischem Batteriestrome und mit magnet-elektrischen Inductoren.

Ein Vorthail der Zeiger-Telegraphen besteht darin, dass die Hantirung mit denselben höchst einfach ist und kein besonders geschultes Personal erfordert. Hingegen haben sie den Nachtheil, die Depeschen nicht zu registriren und unterliegen im Allgemeinen auch leichter Störungen als die Morse-Apparate. In letzterer Beziehung sollen die Zeiger-Telegraphen mit Batteriestrom präziser functioniren, als diejenigen mit Magnet-Inductoren.

Von den verschiedenen Constructionen der mit galvanischen Elementen betriebenen Zeiger-Telegraphen (Wheatstone, Kramer, Siemens und Halske, Froment, Bréguet) wollen wir nur denjenigen von Bréguet näher beschreiben.

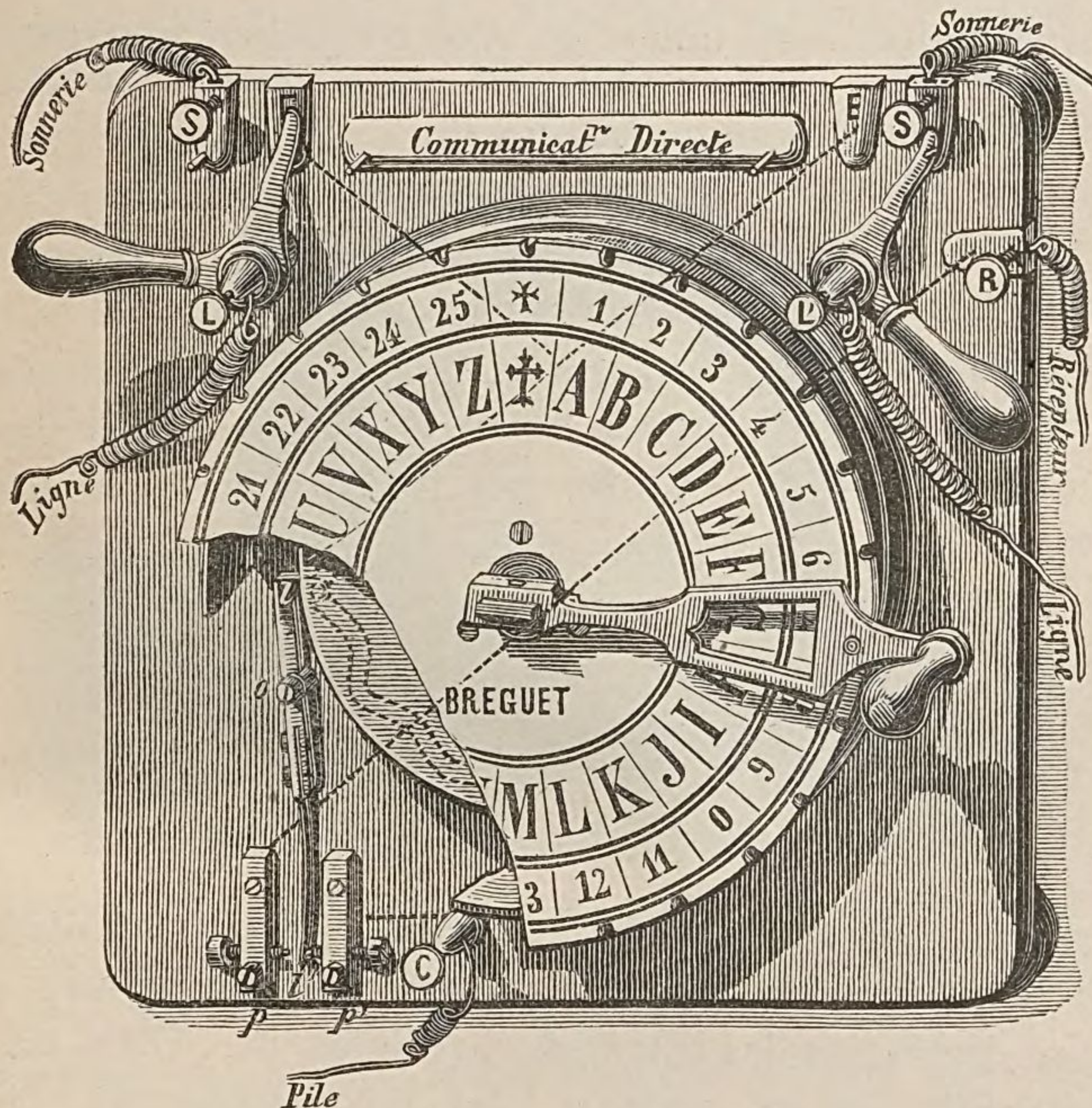
Der Bréguet'sche Apparat ist aus zwei Theilen zusammengesetzt, dem Manipulator für die Aufgabstation und dem Receptor für die Empfangsstation.

Der Manipulator (Fig. 16) besteht aus einer kreisförmigen Ziffernscheibe, welche ringsherum die 25 Buchstaben des Alphabetes und ausserdem die Zahlen von 1 bis 25 trägt. Ueberdies ist noch ein sechsundzwanzigstes Feld eingefügt, welches entweder weiss gelassen oder mit einem Kreuz bezeichnet ist. Im Centrum dieser Scheibe ist eine Kurbel um eine Axe drehbar. Unterhalb der Zeichenscheibe befindet sich, an der Kurbelaxe befestigt, eine zweite Metallscheibe, welche an ihrem Rande wellenförmig ausgeschnitten ist (in der Zeichnung durch punktirte Linien angedeutet) und halb so viele Erhöhungen

und Vertiefungen besitzt, als Zeichen an der oberen Scheibe vorhanden sind.

An diese Wellenscheibe legt sich ein Hebel ll^1 an, der um den Punkt o drehbar ist. Dreht man die Kurbel einmal um die ganze Ziffernscheibe herum bis zum

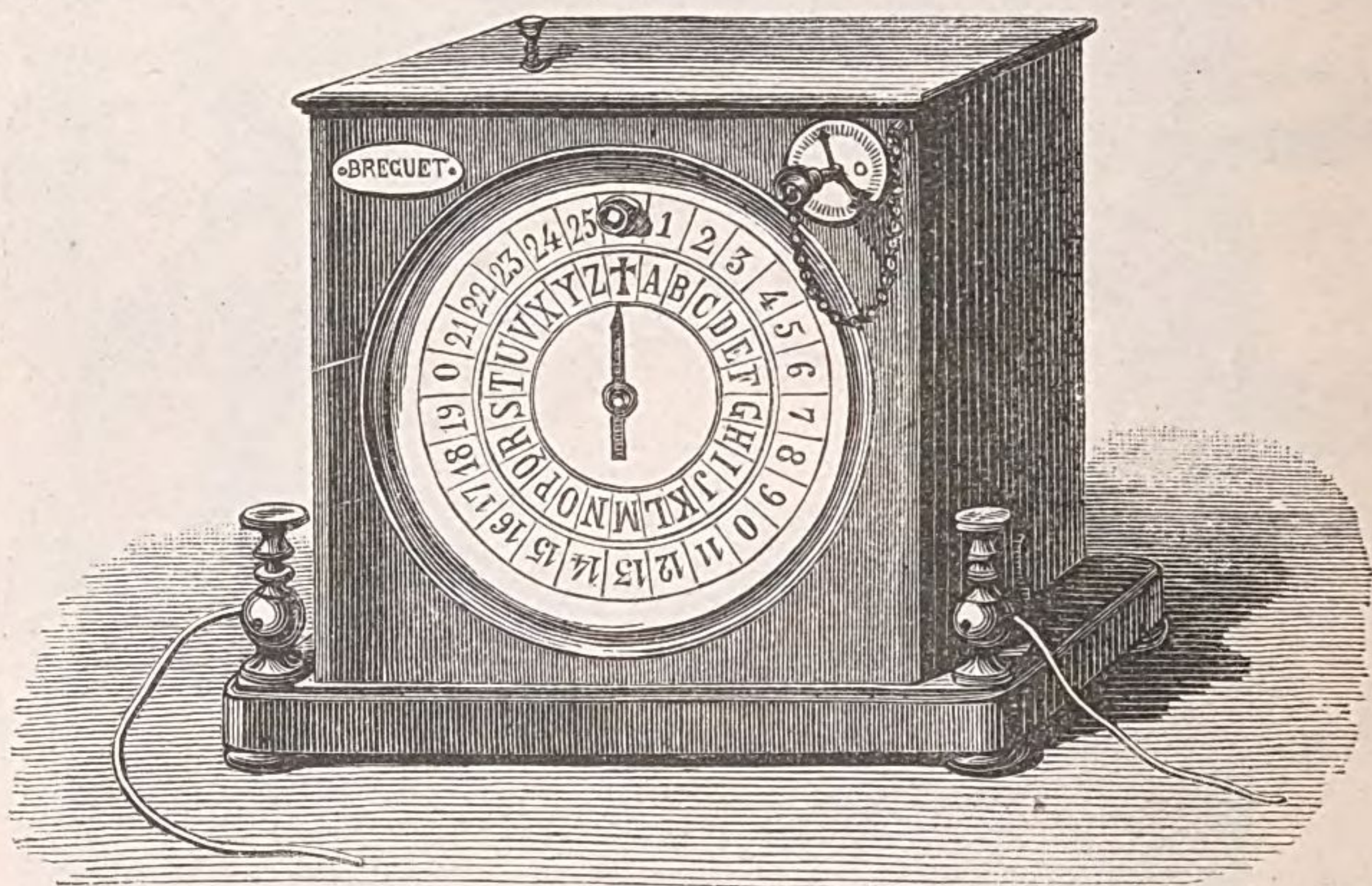
Fig. 16.



Anfangspunkte zurück, so bewegt sich der untere Theil des Hebels dreizehnmal zwischen den Metallschrauben p und p_1 hin und her und kommt somit dreizehnmal mit jeder Schraube in Contact. Hierdurch wird der bei C eintretende elektrische Strom ebenso oftmals geschlossen oder unterbrochen.

Durch die Leitungsdrähte werden die einzelnen elektrischen Ströme zu der Empfangsstation in den Receptor geleitet. In dem Receptor (Fig. 17) ist innen ein Elektromagnet mit einem beweglichen Anker angebracht, welcher letzterer noch einen Ansatz trägt. Dieser Ansatz greift mittelst einer Uebersetzung in ein doppeltes Echappementrad ein, das durch ein Uhrwerk beständig das Bestreben hat, sich um seine Axe zu drehen und daran

Fig. 17.



blos durch einen Stift gehindert wird. Würde man diesen Stift entfernen, so würde sich das Echappementrad so lange drehen bis das Uhrwerk abgelaufen ist. Allein eben dieser Stift ist es, welcher das Echappementrad blos dann um einen Zahn weiter gehen lässt, wenn der Anker des Elektromagnets angezogen wird oder wieder zurückgeht. Dieses abwechselnde Anziehen und Zurückgehen des Ankers wird aber durch das Schliessen und Oeffnen des Stromes mittelst des Manipulators bewirkt. Man sieht also, dass, wenn das Echappementrad eine der

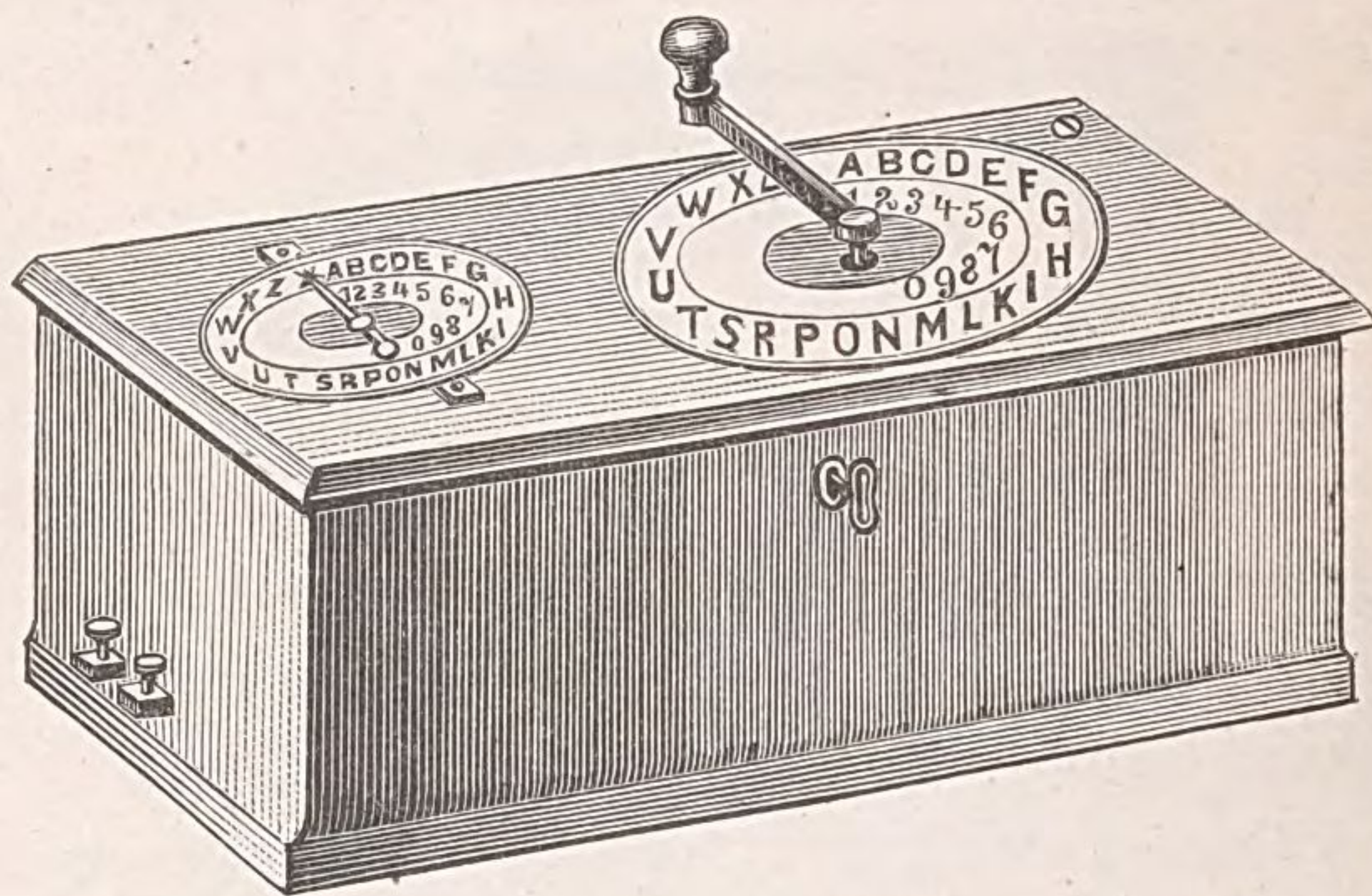
Anzahl der Zeichen am Manipulator entsprechende Zahl von Zähnen besitzt, es sich ganz in der gleichen Weise drehen wird, wie die Kurbel am Manipulator.

Um diese Drehung ausserhalb des Apparatkastens ersichtlich zu machen, ist an der Vorderseite desselben eine Zeichenplatte angebracht, welche die nämlichen Zeichen wie der Manipulator trägt. Ein Zeiger, welcher an der Drehungsaxe des Echappementrades befestigt ist, markirt immer jenen Buchstaben, auf welchen in der Aufgabsstation die Kurbel des Manipulators gestellt wurde, so dass auf diese Art die Depeschen übermittelt werden können.

Im Principe diesen Telegraphen-Apparaten ähnlich sind auch die magnet-elektrischen Zeiger-Telegraphen, nur wird bei den letzteren durch Drehung der Kurbel am Manipulator nicht der elektrische Strom unterbrochen oder geschlossen, sondern überhaupt dadurch erst erzeugt. Mit der Kurbelaxe ist nämlich an Stelle der ausgeschweiften Scheibe eine oder zwei Spulen dünnen isolirten Kupferdrahtes durch Uebertragung derart verbunden, dass die Spulen immer je eine halbe Umdrehung machen, wenn man die Kurbel des Manipulators von einem Buchstaben zum nächsten bewegt. Die Drahtspulen, welche auf Eisenkernen aufgewunden und oberhalb den Polen eines kräftigen permanenten Magnets angebracht sind, werden durch diese halbe Umdrehung von den Magnetpolen rasch abgerissen und entfernt, wodurch jedesmal momentane Inductionsströme entstehen. Diese Inductionsströme werden in die zweite Station geleitet und bewirken dort in ähnlicher Weise, wie dies oben geschildert wurde, die Bewegung eines Zeigers synchronistisch mit der Bewegung der Kurbel am Manipulator.

Die Details der Construction sind natürlich verschieden, je nach den verschiedenen Systemen. Einen für feldmässige Verwendung eingerichteten magnet-elektrischen Zeiger-Telegraph von Markus zeigt die untenstehende Fig. 18. Auf dem Deckel des Apparates ist eine grössere und eine kleinere Ziffernscheibe angebracht, wovon jede die 25 Buchstaben des Alphabets in gleicher Anordnung enthält.

Fig. 18.



Ueber der grösseren Scheibe bewegt sich die Kurbel, welche als Manipulator dient, über der kleineren Scheibe ein Zeiger als Receptor. Es sind daher an beiden Stationen die gleichen Apparate aufgestellt und kann jeder der Apparate sowohl zum Zeichengeben als Empfangen benutzt werden. Die Drehung der Kurbel erzeugt, wie schon erwähnt wurde, momentane Inductionsströme und diese activiren in der Empfangsstation einen Elektromagnet, dessen beweglicher Anker in ein Zahnrad eingreift und dadurch die Drehung des Zeigers conform der Drehung der Kurbel bewirkt.

Der ganze Apparat wird beim Gebrauch auf dem Felde in einen auf drei Füßen stehenden Kasten eingesetzt, welcher letzterer zugleich einen Sitz für den Telegraphisten bildet.

Die bekannte Firma Siemens und Halske hat ebenfalls für feldmässige Zwecke eingerichtete magnet-electrische Zeiger-Telegraphen construirt, doch würde es zu weit führen, auf deren Detailbeschreibung einzugehen, und begnügen wir uns mit dieser Erwähnung.

Eine andere Gattung von Telegraphen-Apparaten, welche eine gewisse äusserliche Aehnlichkeit mit den Zeiger-Telegraphen haben, sind die sogenannten Nadel-Telegraphen.

Da die Nadel-Telegraphen überhaupt die ersten Apparate waren, die für militärische Feld-Telegraphie in Anwendung gebracht wurden und auch gegenwärtig noch in England Benutzung finden, so wollen wir das Princip auf welchem dieselben beruhen, kurz erörtern.

Dasselbe besteht darin, dass zwei in einem Axenlager beweglichen und mit Drahtwindungen umgebenen Magnetnadeln (Fig. 19) durch einen elektrischen Strom, welcher die Drahtwindungen durchfliesst, eine Ablenkung aus ihrer Ruhelage ertheilt wird. Je nach der Richtung des elektrischen Stromes erfolgt diese Ablenkung nach rechts oder links und durch Combinationen von Ablenkungen nach rechts und links werden die Buchstaben, wie auf der Vorderseite des Apparates (Fig. 20) angegeben ist, ausgedrückt.

Durch Drehung eines unterhalb der Nadeln angebrachten Handgriffes werden die Nadeln sämmtlicher in die Leitung eingeschalteten Apparate so abgelenkt, dass sie

mit der Stellung, die man dem Handgriff jeweilig gegeben hat, parallel stehen. Es wird dies durch nachstehende Einrichtung bewirkt. Auf der Axe des Griffes sitzt eine Holzscheibe, in deren Rand (Fig. 20) sieben voneinander isolirte Metallstücke eingelassen sind. An denselben schleifen vier Metallfedern, welche auf dem Grundbrette des Apparates befestigt sind, von denen die mit $+$ und $-$ mit den Polen der galvanischen Batterie in Verbindung

Fig. 19.

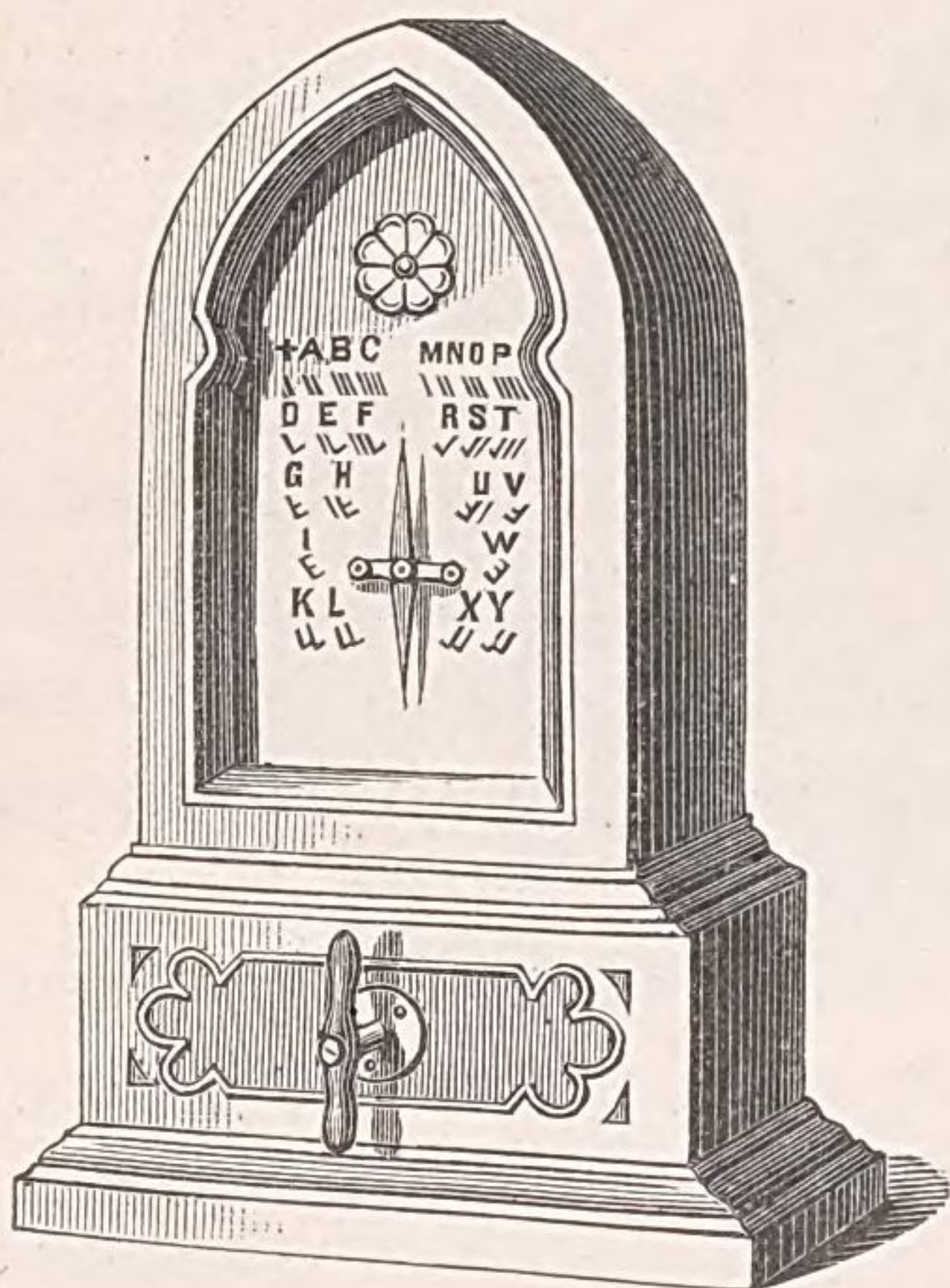
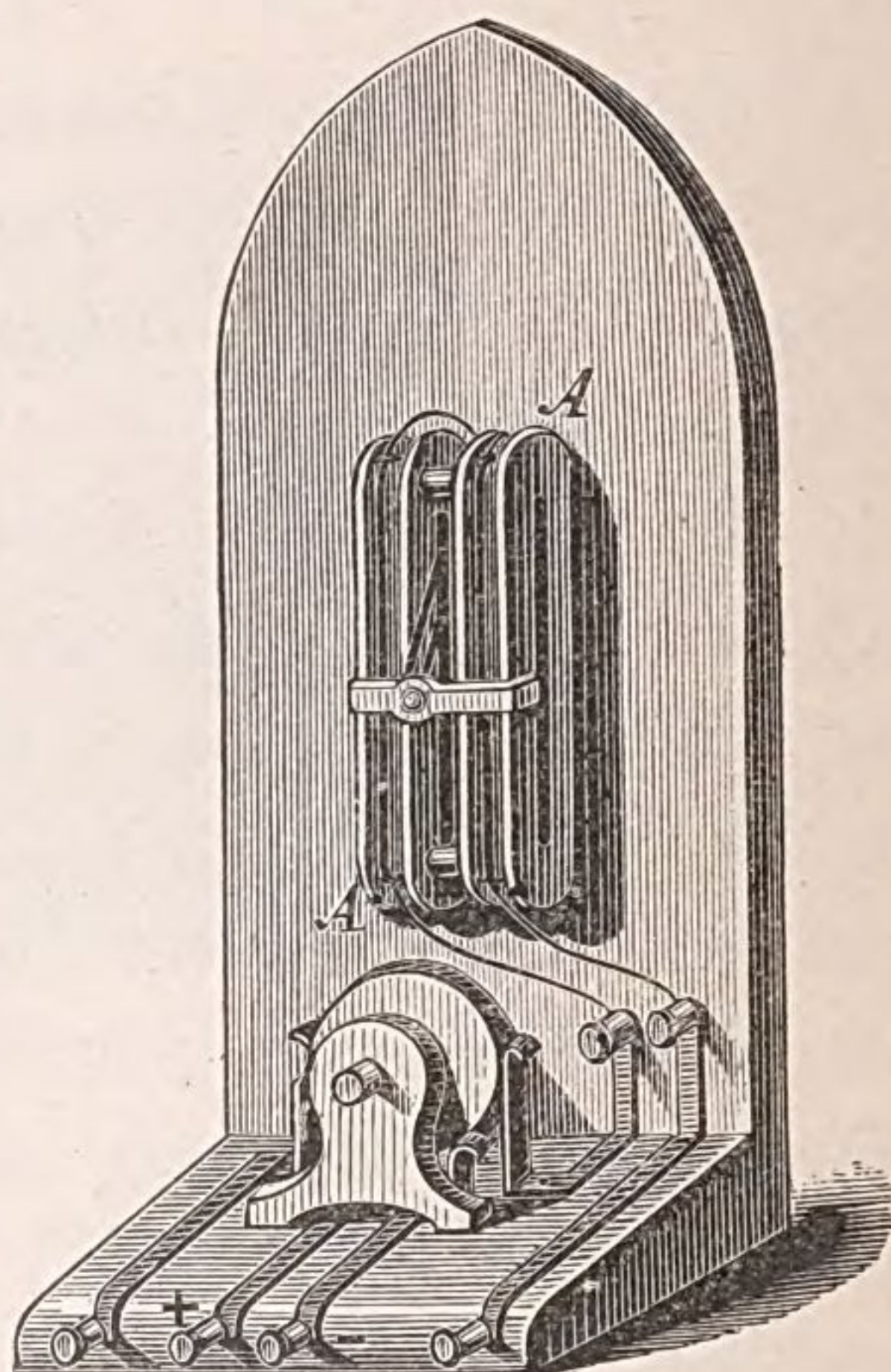


Fig. 20.



stehen, während die rechtsseitige Feder mit den Windungen des Multipliers, die linksseitige mit der Erdplatte leitend verbunden ist. Je nach der Stellung der Holzscheibe, deren Metallstücke nach Art eines Commutators angeordnet sind, kann daher der elektrische Strom den Multiplier in der einen oder anderen Richtung durchfließen oder auch gänzlich unterbrochen werden.

Die Nadel-Telegraphen haben den Vortheil, dass sie mit sehr schwachen Strömen betrieben werden können,

erfordern aber zu ihrer Behandlung, die sehr anstrengend ist, grosse Uebung und grosse Aufmerksamkeit.

Eine fernere Art elektrischer Signal-Apparate sind die sogenannten **Hotel-Telegraphen**. Dieselben bestehen aus einer grösseren oder geringeren Anzahl von kleinen Elektromagneten, zwischen welchen immer je eine bewegliche Magnetnadel befindlich ist. Die Nadel trägt eine kleine Papierscheibe, auf welcher Ziffern, Buchstaben oder ganze Worte geschrieben sind.

Durch das Schliessen eines elektrischen Stromes, was durch Niederdrücken auf einen Taster geschieht, wird die Magnetnadel aus ihrer Ruhelage abgelenkt, wobei ein kleines Gegengewicht das Rückkehren der Nadel verhindert. Die Elektromagnete sammt den Magnetnadeln und Nummernscheiben sind in einen Holzkasten eingeschlossen, dessen Deckel Ausschnitte enthält, welche die auf den Papierscheiben enthaltenen Zeichen nur dann erscheinen lassen, wenn die Magnetnadeln durch Schliessen des elektrischen Stromes aus ihrer Ruhelage abgelenkt wurden.

Durch eine mechanische Vorrichtung (Rechen) können die vorgefallenen Zeichen wieder in die Ruhelage eingestellt werden. Derartige Apparate werden auf Kriegsschiffen und in Festungen für specielle Zwecke angewendet.

Auf den Kriegsschiffen dienen dieselben insbesondere zur Correspondenz zwischen dem Commandanten des Schiffes und den einzelnen Geschütz-Commandanten, um zu avisiren, welche Geschütze bereits abgefeuert wurden oder noch zur Abfeuerung vorbereitet sind. In Festungen werden mittelst der genannten Hotel-Telegraphen Schussbeobachtungen und andere verabredete Zeichen gegeben.

Eine ganz andere Kategorie von Signalisir-Apparaten sind die sogenannten „optischen Telegraphen“. Es ist deren eine sehr grosse Zahl für militärische Zwecke construirt worden; da dieselben jedoch nicht elektrische Apparate sind, so beschränken wir uns darauf, nur 'einige Andeutungen über die verschiedenen' Arten derselben zu geben.

Die gewöhnlichsten sind farbige Flaggen- oder Zeichensignale. Bei der Marine werden bekanntlich behufs optischer Telegraphie verschiedenfarbige Flaggen an den Mastbäumen aufgehisst, und es sind hier die einzelnen Zeichen durch die Farbe und die Aufhängungsstelle der Flagge gegeben. Bei Verwendung auf dem Lande werden in die Erde eingesetzte Mastbäume benutzt und an denselben entweder gleichfalls farbige Flaggen oder weit sichtbare Tafeln oder Arme und Zeiger emporgezogen, ähnlich den Signal-Apparaten auf Eisenbahnen. Für mobile Zwecke sind solche Apparate in tragbarer Form construirt. Bei Nacht werden die Flaggen oder Tafeln durch Petroleumlaternen ersetzt.

Eine andere Gattung optischer Telegraphen sind die Heliotrope. Dieselben bestehen aus ebenen Spiegeln, mit Hilfe welcher das Sonnenlicht von einer Station zur anderen hin geblendet werden kann. Kurze und längere Lichtblitze geben ein Alphabet, entsprechend den Punkten und Strichen des Morse-Alphabets. Die bekanntesten Heliotrope sind diejenigen von Gauss, Steinheil, Beyer und Bessel und von Springer. Die Heliotrope haben eine ausserordentlich grosse Tragweite, können jedoch nur bei Tag und wolkenlosem Himmel angewendet werden. Die Engländer verwenden die Heliotrope bei ihrer Armee in Indien mit grossem Vortheil. In Europa gestatten da-

gegen die Witterungsverhältnisse deren Anwendung höchst selten.

Diesem Uebelstande könnte jedoch eventuell dadurch abgeholfen werden, dass man statt Sonnenlichtes das elektrische Licht anwendet, da die moderne Elektrotechnik die Construction verschiedenartiger, relativ leicht transportabler Apparate (sogenannter Beleuchtungswagen, welche im vierten Abschnitte vorliegenden Bandes beschrieben sind) zur Erzeugung elektrischen Lichtes auf freiem Felde in's Leben gerufen hat; ebenso die Erzeugung ganz kleiner, mit der Hand betreibbarer Dynamo- oder Magnet-elektrischer Maschinen.

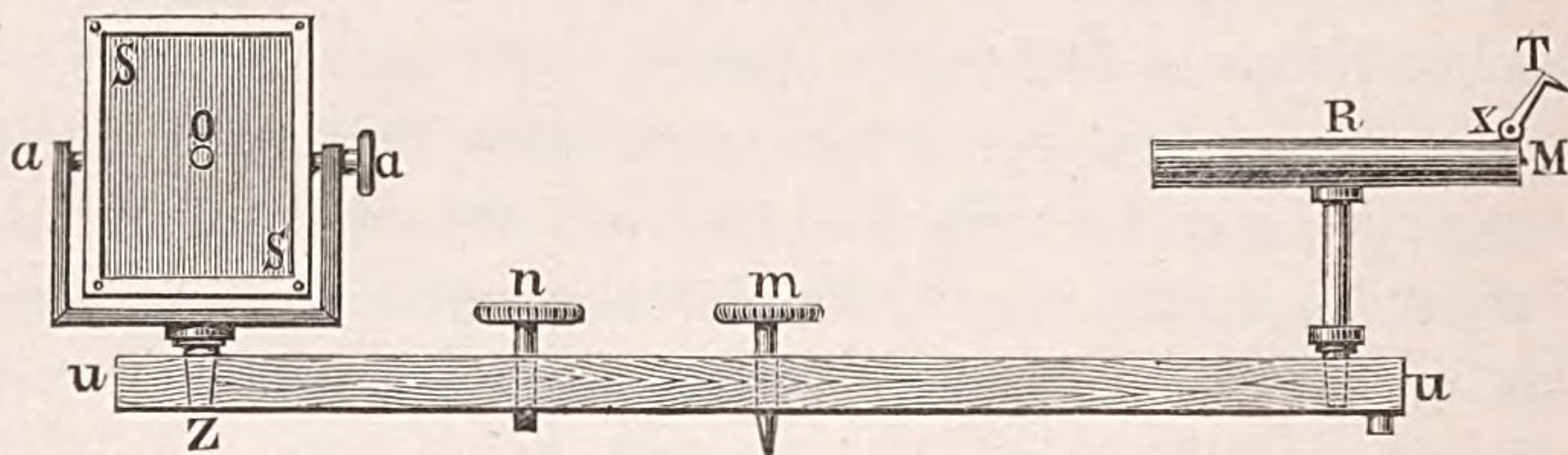
Welch grosse Tragweite solche mit elektrischem Lichte bediente Heliotrope haben, geht aus einem Versuche hervor, welcher gelegentlich einer Triangulirung in Spanien unter Leitung des Generals Ibanez und Majors Perrier angestellt wurde. Zur Erzeugung des elektrischen Lichtes wurde je eine sechspferdige Locomobile verwendet, welche eine Gramme'sche Maschine mit Serin'scher Lampe trieb. Die eine Station befand sich auf dem Berge Tetica, in einer Höhe von 1000 Meter, die zweite Station war in einer Entfernung von 36 deutschen Meilen (300 Kilometer) davon auf dem Berge M. Sabiha in Algerien in einer Höhe von 3500 Metern aufgestellt. Der Versuch wurde bei Nacht ausgeführt und es konnten sich die beiden Stationen sowohl gegenseitig auffinden, als auch auf diese kolossale Distanz die Zeichen ablesen.

Die Stationen wurden am 20. August eingerichtet und mit einer Abtheilung von je 100 Soldaten, sodann 15 bis 20 Tragthieren besetzt, welche letztere man für den Nachschub von Lebensmitteln, Wasser und Kohlen benötigte. Die Signalisirversuche konnten 20 Tage wegen

ungünstiger Witterung nicht durchgeführt werden. Erst am 9. September Abends bemerkte die Station des M. Sabiha das elektrische Licht der Station am Tetica; dasselbe stellte sich als eine runde, gleichmässig röthlich gefärbte Scheibe, ähnlich dem Sterne α des Bootes (Arcturus) dar und war zeitweilig sogar mit freiem Auge sichtbar.

Am selben Tage trat ferner eine dritte Station, Mulhacen, mit M. Sabiha in Verbindung und am 18. October waren die gewählten Stationspunkte geodätisch festgestellt; die erwähnten Signal-Apparate haben somit

Fig. 21.



Entfernungen von 36 Meilen thatsächlich überwunden. Es ist dies jedenfalls eine höchst überraschende Leistung.

Die Signalgebung geschah durch längere oder kürzere Lichtblitze und wurde hierbei ein Mangin'scher Reflector (siehe IV. Abschnitt) angewendet.

Ein sehr einfacher und praktischer, für derartige Signale bestimmter Apparat ist der in Fig. 21 dargestellte Heliotrop von Beyer und Bessel.

Auf einem Stativbrette *u u* ist ein Spiegel *S S* angebracht, welcher um die Axe *a a* und auch den Zapfen *Z* drehbar ist, so dass ihm jede beliebige Stellung gegeben werden kann. Um Signale damit zu geben, richtet man den Spiegel beiläufig senkrecht auf die Visirlinie zur

nächsten Station und visirt sodann durch die Oeffnung O im Spiegel und das Rohr R , in welchem ein Fadenkreuz angebracht ist, die zweite Station genau an; die Schrauben m und n dienen hierbei zur Fixirung des Instrumentes. Ist die Einstellung geschehen, so wird die um x drehbare Klappe T geschlossen; dem Spiegel SS wird nun eine solche Stellung gegeben, dass das von ihm reflectirte Licht in die Röhre R fällt, was daran erkannt wird, dass der Schatten des Fadenkreuzes genau in die Mitte der Klappe T projecirt wird. Die Zeichengebung wird durch Vorhalten und Hinwegziehen eines Bleches oder Pappendeckels vor den Spiegel bewirkt. Der Apparat kann sowohl mit elektrischem, als auch mit Sonnenlicht gebraucht werden.

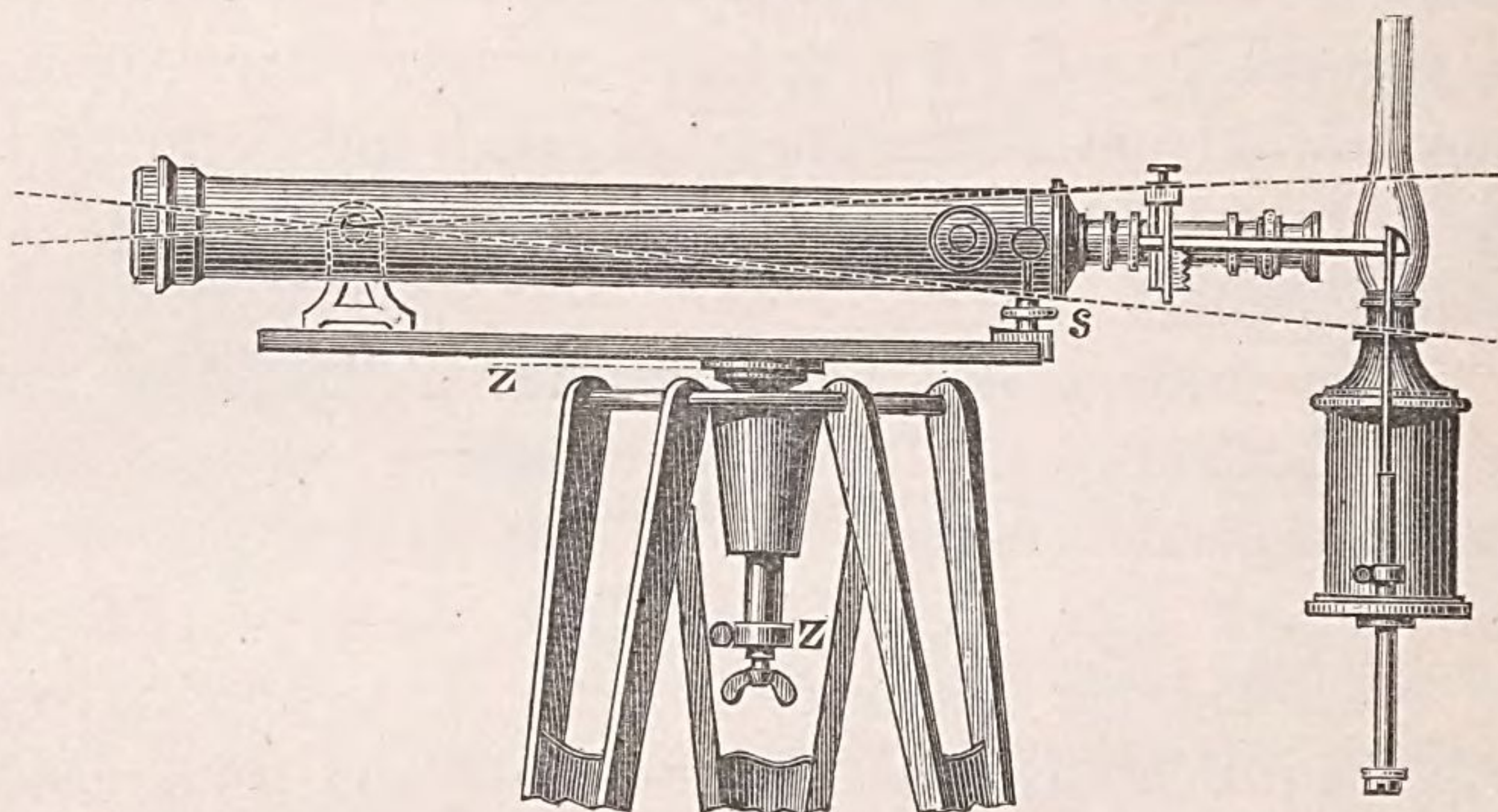
Eine dritte Classe von optischen Telegraphen sind die Signalfernrohre. Die mit denselben zu gebenden Signale sind die gleichen wie bei den Heliotropen, nämlich kürzere oder längere Lichtblitze, doch wird hierbei der Nachtheil der Heliotrope, bei welchen die Zeichen nach allen Richtungen hin sichtbar sind und somit gleich gut von Freund und Feind beobachtet werden können, vermieden oder wenigstens thunlichst reducirt.

Dies wird durch Anwendung von Glaslinsen oder Hohlspiegeln bewirkt, welche das projecirte Licht in ein Bündel paralleler Strahlen vereinigen und somit dessen Zerstreuung nach verschiedenen Richtungen verhindern.

Ein Signalfernrohr mit Glaslinsen von Lissajoux ist in Fig. 22 dargestellt. Auf einem dreifüssigen Stative ist ein gewöhnliches astronomisches Fernrohr befestigt, welches mittelst Stellschrauben sowohl seitliche als verticale Bewegung gestattet. Hinter dem Oculare, mit dem Fern-

rohre in fixer Verbindung, ist eine Lampe als Lichtquelle angebracht. Das Licht der Lampe wird von der Ocularlinse in den Brennpunkt des Objectivs projecirt, woselbst es als eine helle Kreisscheibe erscheint. Die Objectivlinse bewirkt, dass dieser Lichtkreis als ein Bündel paralleler Lichtstrahlen aus dem Fernrohr austritt. Es kann dieses Licht daher nur dann beobachtet werden, wenn man sich genau in der Verlängerung der Fernrohraxe befindet. Ein zufälliges, ungewünschtes Wahrnehmen der Signale ist

Fig. 22.



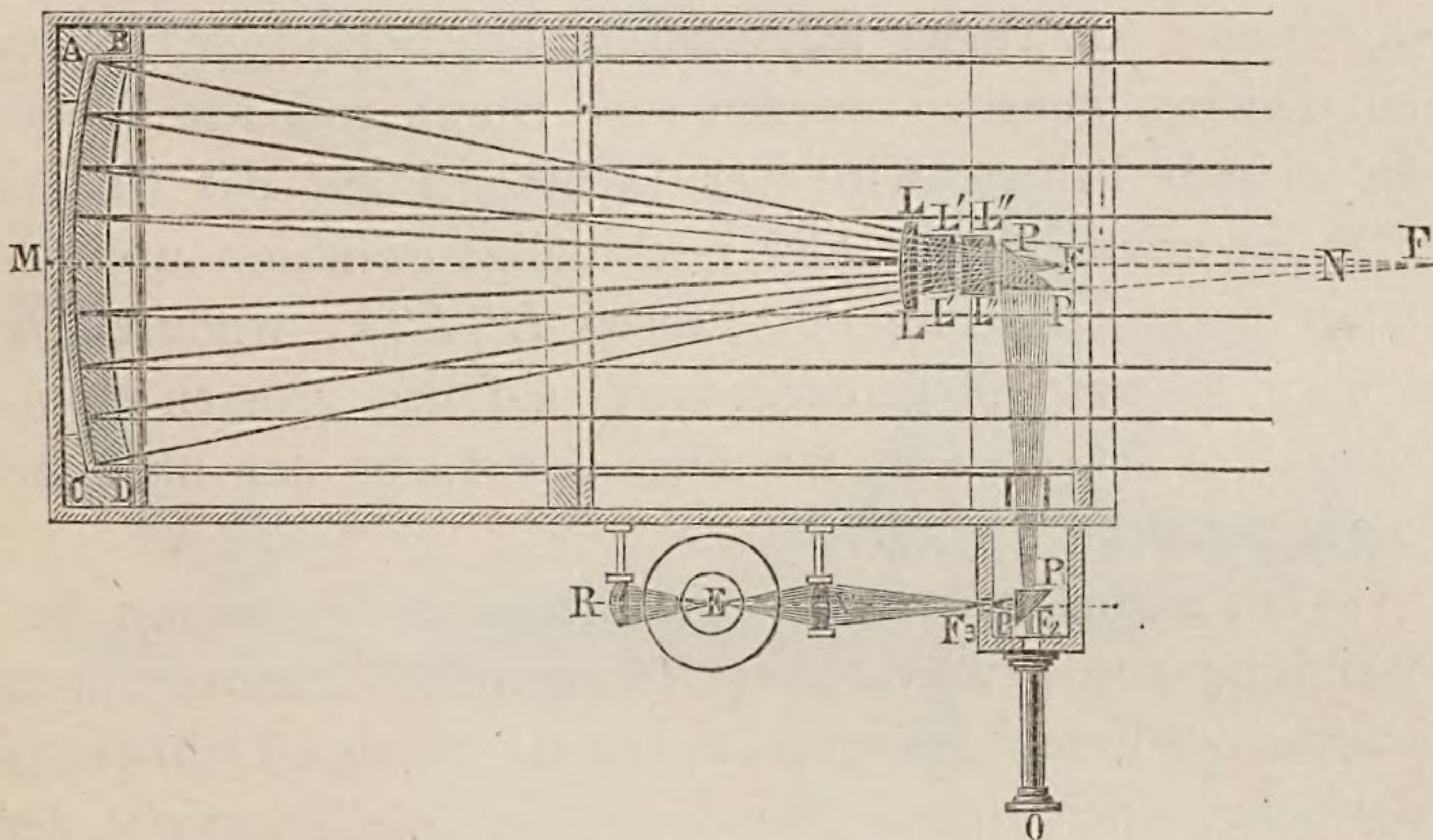
daher thunlichst beschränkt. Die Zeichengebung geschieht mittelst einer in das Ocularrohr eingesetzten Blende, welche durch einen Taster vorgeschoben oder zurückgezogen werden kann. Mittelst eines gewöhnlichen zweiten Fernrohres werden die von der anderen Station gegebenen Zeichen abgelesen.

Die Helligkeit des Lichtes und somit die Tragweite des Apparates hängt einerseits von dem Durchmesser der Objectivlinse und deren optisch guter Beschaffenheit, andererseits auch von der Lichtstärke der Lampe ab.

Um daher die Signale auf grosse Entfernungen sichtbar zu machen, müssen möglichst grosse und genau geschliffene Glaslinsen angewendet werden.

Da jedoch die Schwierigkeit der Erzeugung und der Preis der Glaslinsen mit der Grösse ausserordentlich steigt, so hat man an deren Stelle die Anwendung von Hohlspiegeln aus Metall vorgezogen, um bessere Effecte zu erzielen.

Fig. 23.



Ein derartiger Apparat ist in Fig. 23 dargestellt. Derselbe dient, nach dem Principe von Professor Cornu construirt, gleichzeitig zur Zeichengebung und Beobachtung.

In der Beobachtungsstellung und wenn die Axe MN des Spiegelfernrohres nach der Nachbarstation gerichtet ist, sammelt der Hohlspiegel $ABCD$ (Oeffnung 0.4 Meter, Brennweite 1 Meter) die von jener Station ausgehenden Lichtstrahlen durch Reflexion in seinem Brennpunkte F . Dieses Brennpunktbild wird jedoch nicht zu Stande kommen gelassen, sondern durch die achromatischen

Linsen L, L', L'' um die Strecke $F F_1$ verschoben. Ueberdies werden die Lichtstrahlen durch totale Reflexion an dem Glasprisma PP um 90 Grad abgelenkt, so dass das Brennpunktbild in F_2 erscheint und hier durch das Ocular o betrachtet werden kann.

Um das Instrument zum Signalgeben zu verwenden, dient die Lampe E , deren Licht durch einen kleinen Hohlspiegel R und eine Glaslinse V in dem Brennpunkte F_3 concentrirt wird. Von hier aus treffen die Lichtstrahlen mit geringer Divergenz auf ein Glasprisma $P'P'$, welches durch eine Art Taster jedesmal emporgehoben wird, wenn ein Zeichen gegeben werden soll. Durch totale Reflexion an diesem Prisma wird der Lichtkegel auf das Prisma PP geworfen, erfährt hier nochmalige Reflexion und gelangt nach Passirung der Linsen L'', L', L , wodurch er stärker divergirend gemacht wird, auf den grossen Hohlspiegel $ABCD$, von wo aus das Licht zur nächsten Station reflectirt wird.

Die Signalfernrohre werden gegenwärtig nur mit Anwendung von gewöhnlichem Lampenlicht benutzt, doch würde der Ersatz desselben durch elektrisches Licht (etwa dasjenige einer kleinen Handmaschine) die Tragweite der Signale wesentlich erhöhen.

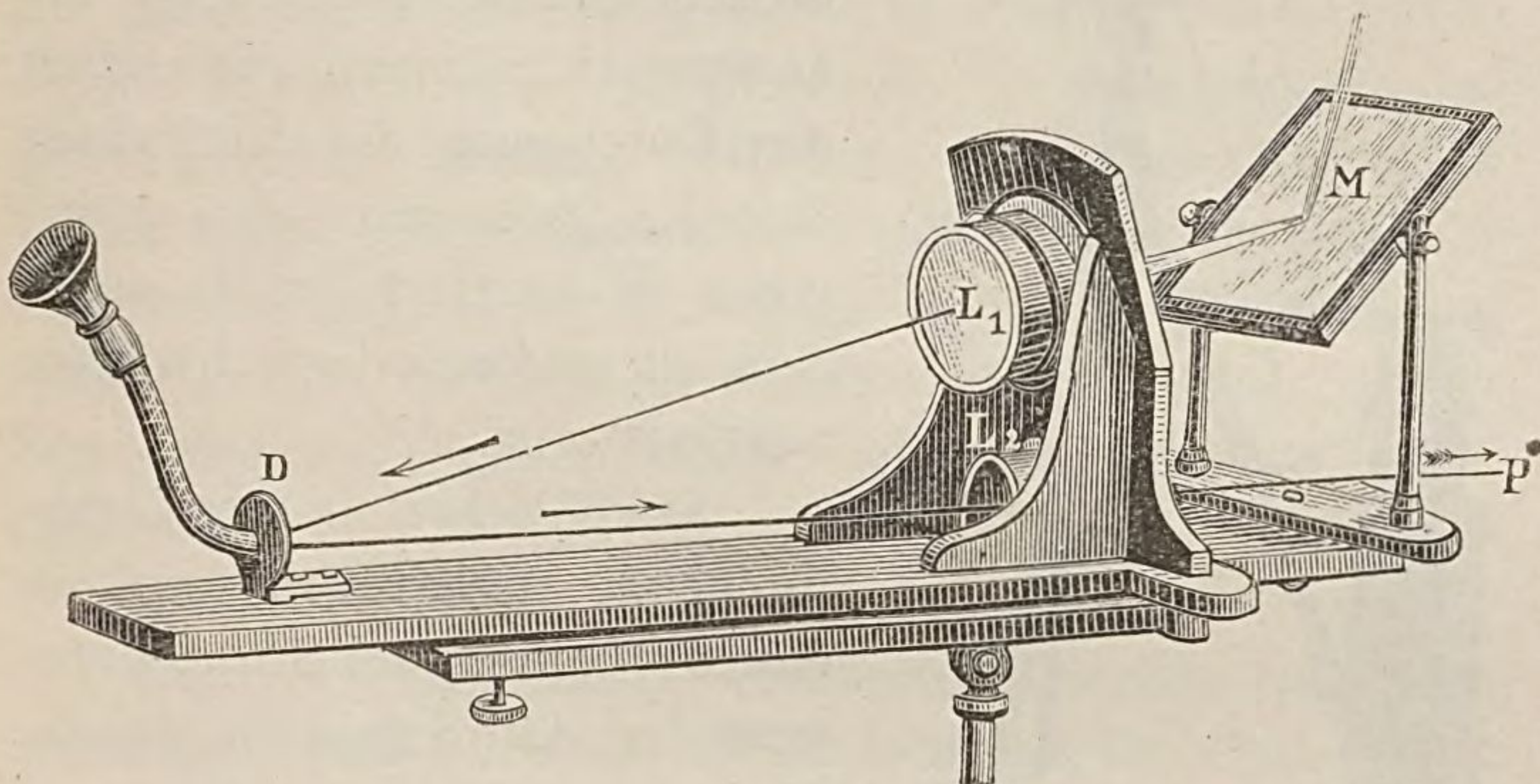
Ein anderer höchst interessanter Apparat, der sich möglicherweise für militärische Zwecke nutzbar machen liesse, ist das Photophon. Die Einrichtung und Wirkungsweise ist folgende:

Der Spiegel M in Fig. 24 sendet Sonnen- oder elektrisches Licht der Glaslinse L_1 zu, welche letztere die erhaltenen Strahlen im Brennpunkte bei D concentrirt. In D befindet sich ein ganz kleiner Spiegel von etwa 1 Quadrat-Cm. Oberfläche, welcher auf eine elastische

Membran aufgekittet ist. Dieser kleine Spiegel reflectirt das concentrirte Strahlenbündel zu der unteren Glaslinse L_2 , welche die divergirenden Lichtstrahlen wieder parallel macht und unterhalb des Spiegels M , in der Richtung des Pfeiles bei p , zur zweiten Station sendet, wie die beigeetzten Pfeile dies andeuten.

In der zweiten Station (Fig. 25) ist ein Hohlspiegel H aufgestellt, welcher die Lichtstrahlen auffängt und in seinem Brennpunkte concentrirt. In dem Brennpunkte

Fig. 24.



des Spiegels befindet sich eine Selenzelle, die von dem elektrischen Strome einer nebenstehenden galvanischen Batterie B durchflossen wird. In den gleichen Stromkreis ist ferner ein Telephon T eingeschaltet.

Die elastische Membran bei D in Fig. 24 bildet den Abschluss eines kurzen Sprachrohres. Spricht man in dasselbe hinein, so wird die Membran und folglich auch der kleine aufgekittete Spiegel in Schwingungen versetzt, welche den Schallschwingungen der gesprochenen Worte conform sind.

Durch die Schwingungen des kleinen Spiegels wird aber gleichzeitig auch der Reflexionswinkel der auftreffenden Lichtstrahlen und damit die Intensität des reflectirten Lichtes alterirt.

Dieser Wechsel der Lichtintensität macht sich auch in der zweiten Station bemerkbar und wirkt hier auf die im Brennpunkte befindliche Selenzelle ein. Das Selen hat nun die merkwürdige Eigenschaft, sein elektrisches Leistungsvermögen durch Bestrahlung verändern zu können und bietet dem Durchgange des elektrischen Stromes grösseren oder geringeren Widerstand dar, je nachdem es stärker oder schwächer belichtet wird.

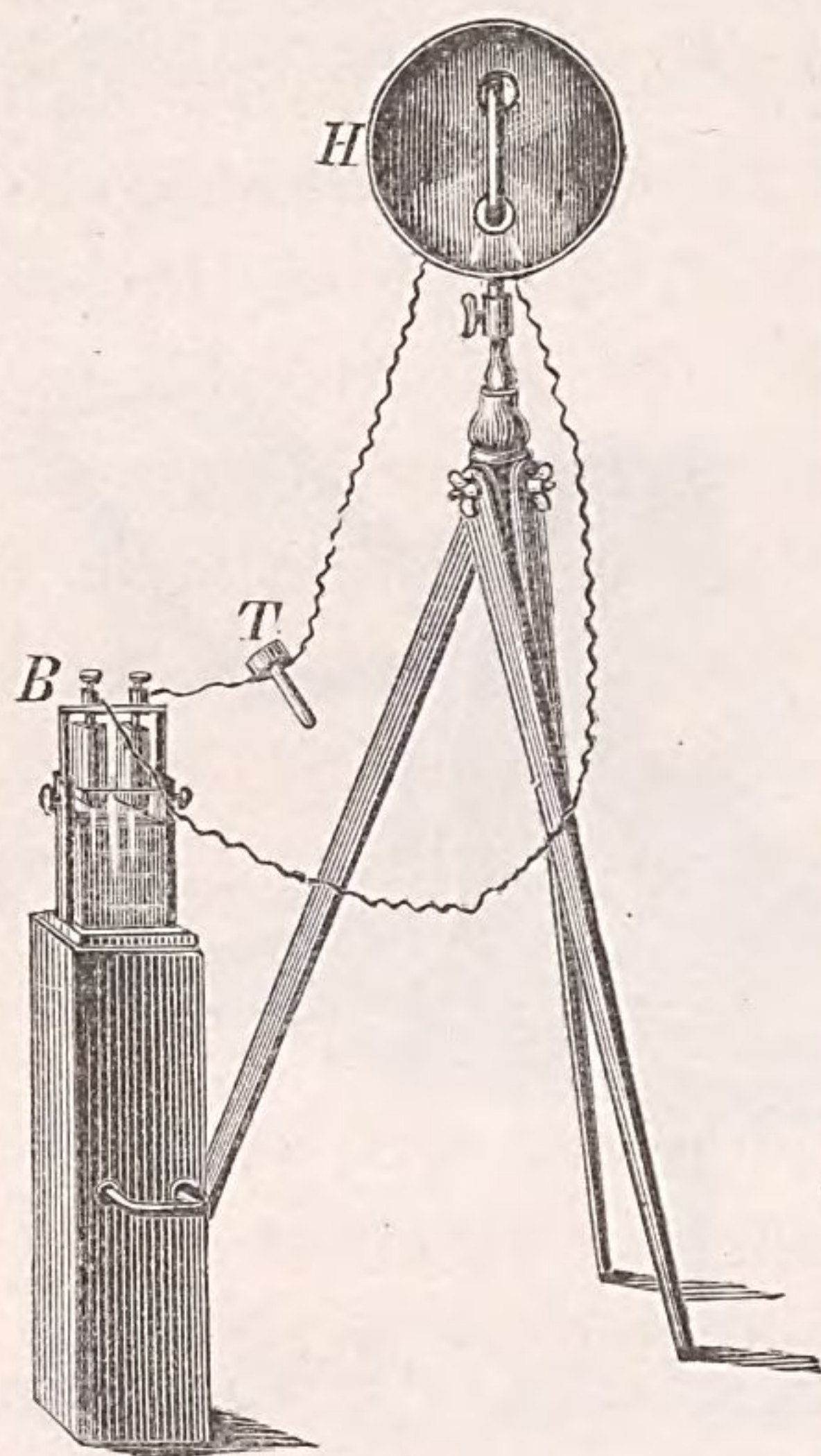


Fig. 25.

Ein Wechsel in der Lichtintensität äussert sich somit in einem Wechsel der Stromintensität des die Selenzelle durchfliessenden elektrischen Stromes. Da in demselben Stromkreis auch ein Telephon eingeschaltet

ist, so wird auf diese Weise die Schwingung der Lichtstrahlen hörbar.

Man kann somit die in der ersten Station gegen den Spiegel gesprochenen Worte in der zweiten Station in dem Telephon hören.

Es ist dies eine gewiss höchst merkwürdige Erscheinung, und die Thatsache, dass man ohne Leitungsdrähte elektrisch telegraphiren kann, und zwar nicht nur

conventionelle Zeichen, sondern sogar das lebendige Wort mit charakteristischer Klangfarbe, ist für die Fachmänner der Gegenwart wohl nicht minder überraschend gewesen, als es für eine frühere Zeit überraschend war, dass man mit Hilfe des Dampfes Wagen construiren könne, die ohne Pferde bewegt werden.

Bei den ersten Versuchen ist es Professor Graham Bell, dem Erfinder des Telephons und auch des Photo-phons, gelungen, auf eine Distanz von 213 Meter sich zu verständigen. Er fand hierbei, dass die Wiedergabe der Rede auch bei Knallgaslicht und selbst beim Lichte einer Petroleumlampe möglich sei. Ob man das Photo-phon auch auf grössere Distanzen verwenden könne, ist bisher nicht bekannt geworden, doch liegt die Möglichkeit wohl nahe und es würde dann die Verwendung desselben für militärische Zwecke an Stelle der früher beschriebenen Signalfernrohre von wesentlichem Vortheil sein.

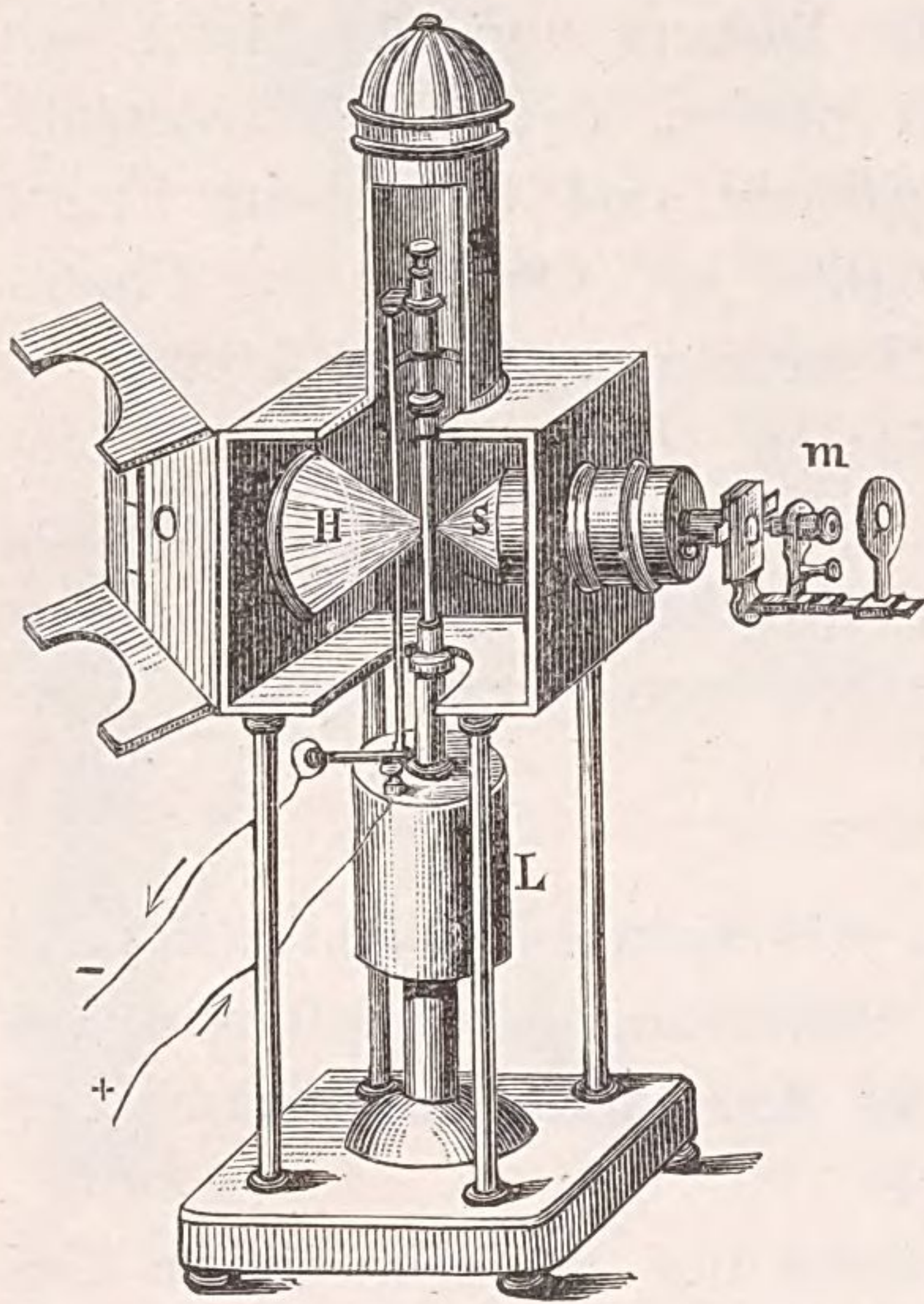
Zum Schlusse dieses Abschnittes müssen wir noch erwähnen, dass auch die Benutzung der Brieftaubenpost für militärische Zwecke die Anwendung des elektrischen Stromes nothwendig macht.

Da man den Brieftauben nur ein sehr kleines Gewicht anhängen darf, um sie in ihrem Fluge nicht zu stören und andererseits genöthigt ist, möglichst haushälterisch mit der Zahl der verfügbaren Tauben umzugehen, so hat man zu dem Mittel der Mikrophotographie gegriffen, um auf einem kleinen Raume thunlichst viele Depeschen unterbringen zu können.

Zu dem Behufe werden die abzusendenden Depeschen auf eine grosse Papierfläche mit gewöhnlicher Schrift

geschrieben und dann in sehr verkleinertem Massstabe mittelst eines hierfür eingerichteten Apparates photographisch copirt. Die Abzüge dieser Aufnahme werden auf ein dünnes, durchsichtiges Collodiumhäutchen übertragen, welches dann zusammengerollt, in einem Federkiele verwahrt, der Briefftaube mitgegeben wird.

Fig. 26.



Das Lesen einer solchen Depesche ist natürlich mit freiem Auge nicht möglich, sondern bedingt die Anwendung eines Mikroskopes. Man kann hierzu zwar ein gewöhnliches Mikroskop verwenden, doch ist dann die Entzifferung der Schrift ziemlich langwierig, weil immer nur einzelne Partien der Depesche sichtbar sind. Bei Anwendung eines sogenannten Sonnenmikroskopes kann da-

gegen die ganze Depesche auf einmal sichtbar gemacht werden. Um jedoch hierbei von den Witterungsverhältnissen unabhängig zu sein, wendet man nicht wirkliches Sonnenlicht, sondern elektrisches Licht zur Beleuchtung des mikroskopischen Sehfeldes an.

Ein hierfür geeigneter Apparat ist der Duboscq'sche Projections-Apparat (Fig. 26). Derselbe besteht aus einem Kasten aus Eisenblech, welcher von vier Säulen getragen

wird. Im Innern desselben befindet sich eine elektrische Bogenlampe *L* (gewöhnlich ein Duboscq'scher Kohlenlicht-Regulator), deren Licht durch einen Hohlspiegel *H* und eine Beleuchtungslinse *S* auf das in dem Sonnenmikroskope *M* befindliche Object concentrirt wird. Das von dem Mikroskope erzeugte reelle, stark vergrösserte Bild kann auf einer weissen Fläche aufgefangen und sichtbar gemacht werden.

Auf diese Weise wird es ermöglicht, eine mikroskopisch klein geschriebene Briefftauben-Depesche gleichzeitig vielen Personen sichtbar zu machen, welche dieselbe dann abschreiben und auf irgend einem Wege rasch vervielfältigen können.

II.

Die elektrischen Zünd-Apparate.

Während die in dem vorigen Abschnitte behandelten Telegraphen- und Signalisir-Apparate nur indirect, durch Depeschenvermittlung, für militärische Zwecke dienen, bilden die elektrischen Zünd-Apparate, in Verbindung mit den durch dieselben zu entzündenden Sprengladungen, geradezu ein actives Kampfmittel.

Die elektrischen Zünd-Apparate werden benutzt zur Abfeuerung von Seeminen, Torpedos, Fougassen, Demolirungsminen und überhaupt zu Sprengungen jeglicher Art, dann zur gleichzeitigen Abfeuerung mehrerer Batterie- oder Schiffsgeschütze.

In der civilen Technik finden die elektrischen Zünd-Apparate vielfache Anwendung beim Bergbau, Tunnelbau, Strassen- und Eisenbahnbau, bei Flussregulirungen und submarinen Sprengungen, bei Steinbrüchen, für landwirthschaftliche Zwecke zum Ausroden der Wurzelstöcke abgetriebener Waldungen etc. Ferner werden elektrische Zünd-Apparate auch zum gleichzeitigen Anzünden vieler Gasflammen in Theatern, öffentlichen Gebäuden und bei Illuminationen benutzt; ebenso bei Lustfeuerwerken zum gleichzeitigen Abbrennen einer Feuerwerksfront u. dergl.

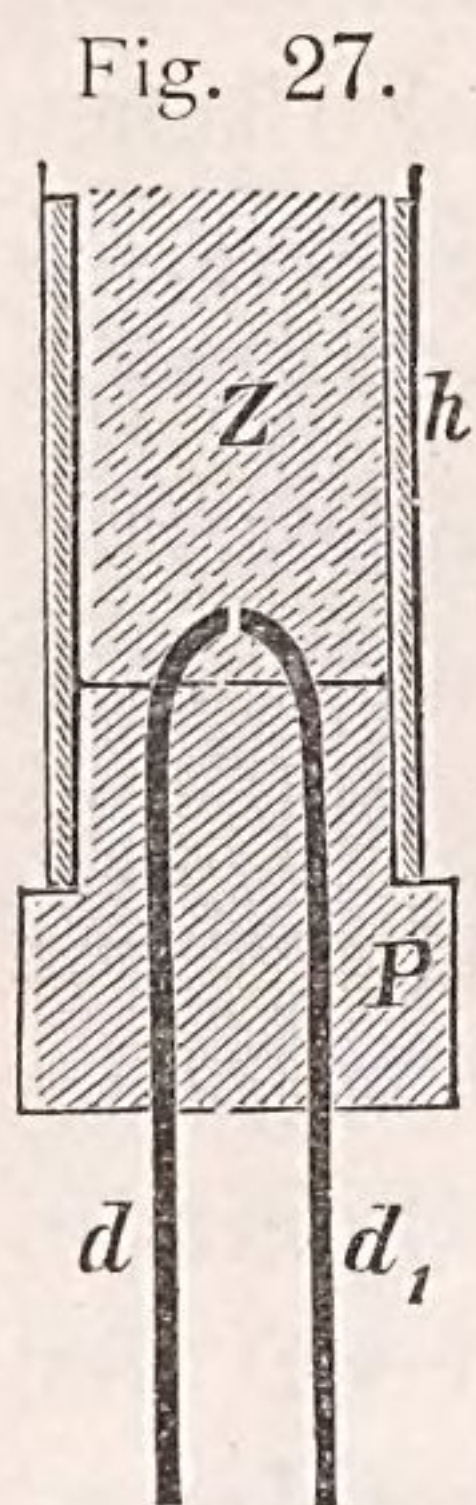
Je nach der bei den verschiedenen Apparaten in Anwendung gebrachten Methode der Elektrizitäts-Entwicklung unterscheidet man folgende fünf Arten von Zünd-Apparaten:

1. Reibungselektrische Zünd-Apparate.
2. Influenz-Zündapparate.
3. Inductions-Zündapparate.
4. Magnet- und dynamo-elektrische Zünd-Apparate.
5. Galvanische Zündbatterien.

Bei sämtlichen Zündmethoden beruht die Einleitung der Entzündung auf der Wärmewirkung des elektrischen Stromes. Die Art und Weise, wie diese Wärmewirkung am zweckmässigsten ausgenutzt werden kann, ist jedoch verschieden, je nach Art des angewendeten Stromes. Bei Strömen von sehr hoher Spannung (Funkenströmen) lässt man den elektrischen Funken zwischen zwei einander möglichst nahe gegenübergestellten Drahtspitzen überspringen und bringt hiedurch ein leicht entzündliches Gemisch explodirbarer Stoffe, welches den Zwischenraum zwischen den Drahtspitzen erfüllt, zur Entzündung. Bei Strömen von geringer Spannung, aber grösserer Intensität wird ein dünner Platin- oder Neusilberdraht durch den elektrischen Strom glühend gemacht, welcher dann die Entzündung des Zündsatzes bewirkt.

Man unterscheidet demnach Spaltzünder und Glühzünder. Die Fig. 27 zeigt die Details eines Spaltzünders. In einen Pfropf *P* aus Schwefel oder sonst einer isolirenden Masse ist ein Ω -förmiger Draht $d d_1$ eingeschmolzen, welcher an seiner Biegungsstelle mittelst einer geeigneten Scheere derart durchschnitten wird, dass die beiden Drahtenden einen möglichst geringen Abstand voneinander erhalten. Die Breite dieses Spaltes beträgt

0.04 bis 0.2 Mm. Je geringer dieselbe ist, um so empfindlicher wird der Zünder und umsomehr Zündpunkte können gleichzeitig durch einen Apparat activirt werden. Würde beispielsweise die Zünderspalte eine Breite von 0.05 Mm. besitzen, so würden erst zwanzig Zünder die Schlagweite von 1 Mm. erfordern, und ein Zünd-Apparat, der etwa 60 Mm. Schlagweite besitzt, wäre somit, theoretisch genommen, im Stande, 1200 Zünder gleichzeitig zu entzünden.



In Wirklichkeit gestalten sich jedoch diese Verhältnisse weit weniger günstig. Einerseits wird nämlich durch die Drahtleitungen, sowie durch die bei den Verbindungsstellen blank bleibenden Drahtenden stets ein Elektrizitätsverlust herbeigeführt, welcher um so grösser ist, je mehr Feuchtigkeit in der umgebenden atmosphärischen Luft enthalten ist; andererseits wird eine nicht unbeträchtliche Menge Elektrizität zur Ladung der gewöhnlich angewendeten, mit Guttapercha isolirten Drahtleitungen absorbirt, welche um so grösser ist, je länger die Drahtleitungen sind. Schliesslich ist der Widerstand, welchen die Luft dem Durchbrechen eines elektrischen Funkens entgensetzt, nicht der gleiche, wenn einmal nur eine einzige Luftstrecke von 60 Mm. oder aber — wie in dem obigen Beispiele — wenn 1200 Luftstrecken, welche zusammen ebenfalls einen Luftraum von 60 Mm. ausmachen, von den elektrischen Funken durchbrochen werden sollen. Ueber die hierbei auftretenden elektromotorischen Gegenkräfte ist jedoch gegenwärtig nichts Genaues bekannt und begnügt man sich, die Empfindlichkeit der Zünder nach praktischen Erfahrungsdaten einzurichten.

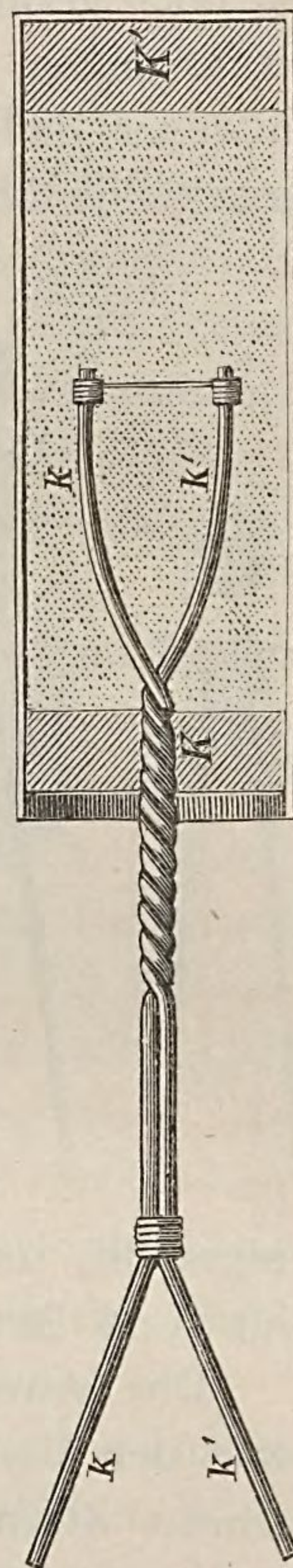
Der Zwischenraum zwischen den beiden Drähten des Zünders wird mit einem leicht entzündlichen Präparate (z. B. chlorsaures Kali und Schwefelantimon) erfüllt, zu welchem Zwecke auf den Zündkörper *P* ein Messingröhrchen *h* aufgesetzt ist, welches zur Aufnahme des Zündstoffes dient.

Behufs Abfeuerung einer Sprengladung wird der adjustirte Zünder zunächst in eine Zündpatrone aus trockener Schiessbaumwolle oder Dynamit eingesetzt, welche ihrerseits dann erst die eigentliche Sprengladung zur Entzündung bringt.

Der elektrische Glühzünder (Fig. 28) besteht, ebenso wie der Spaltzünder, aus einer isolirenden Masse *K*, in welche zwei isolirte Drähte *k k'* eingeschmolzen sind, jedoch mehrere Millimeter weit voneinander abstehen und durch einen dünnen Draht (gewöhnlich aus Platin) verbunden sind. Die Zündmasse, welche in den Zünder eingefüllt ist, kann ebenso wie bei den Spaltzündern ein brisantes Sprengpräparat sein, doch wird häufig auch fein zerriebenes Schiesspulver, sogenanntes Mehlpulver, zur Füllung genommen. Die Empfindlichkeit der Glühzünder ist um so grösser je dünner und kürzer der verbindende Platindraht gewählt wird; natürlich hängt dieselbe auch von der Art des Zündsatzes ab.

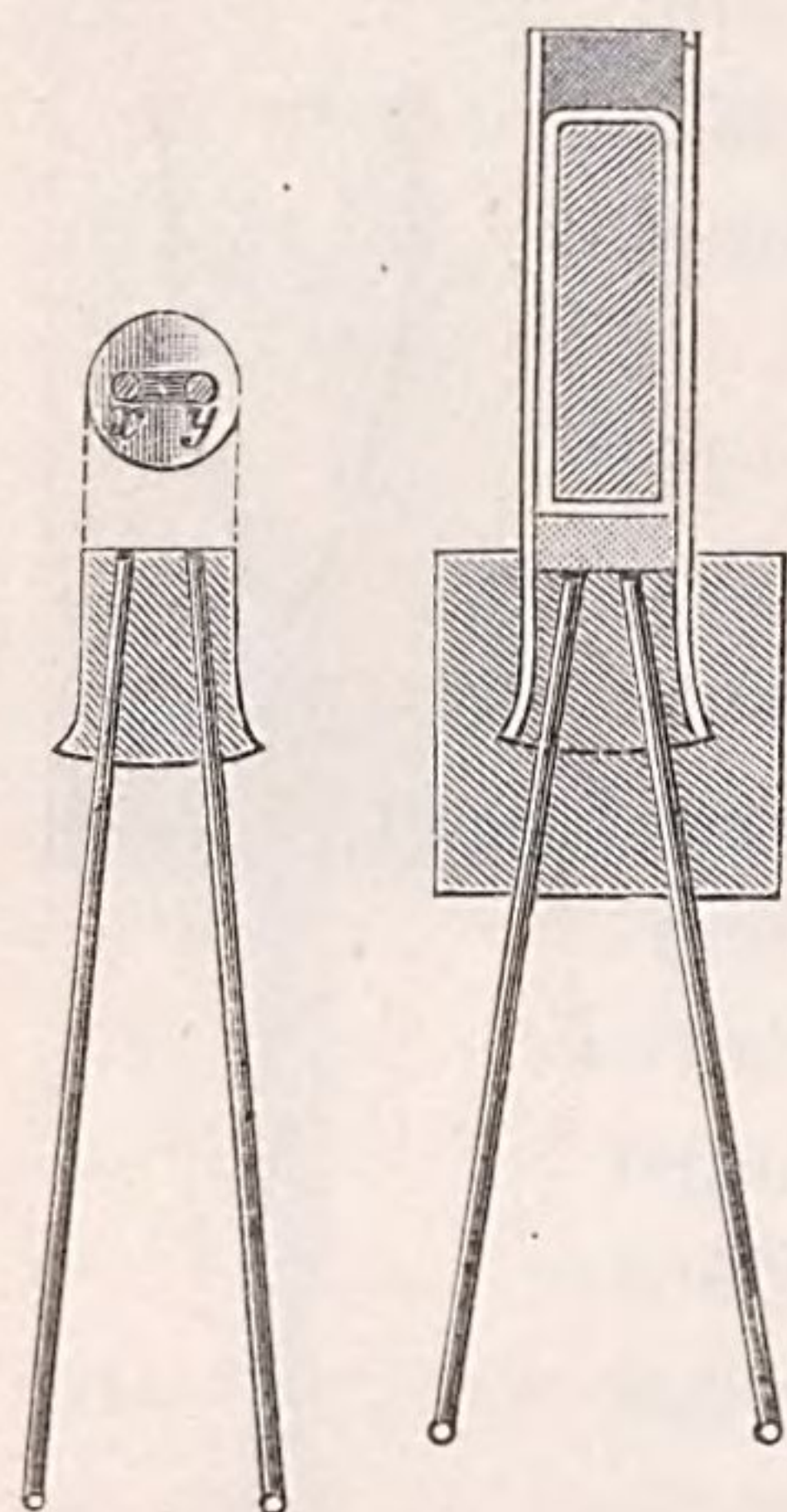
Bei den magnet- und dynamo-elektrischen Zünd-Apparaten, welche in der Regel nicht genügende Inten-

Fig. 28.



sität besitzen, um Glühzünder zu activiren, andererseits aber auch Funken von nur geringer Schlagweite hervorbringen, ist man genöthigt, Spaltzünder von besonderer Empfindlichkeit anzuwenden. Da es technisch nicht ausführbar ist, noch geringere Spaltbreiten, als die früher angegebenen, zu erzeugen, so wird die Empfindlichkeit der Zünder entweder dadurch vermehrt, dass man dem Zündsatze eine kleine Menge Graphitpulver beimengt, welches die

Fig. 29.



elektrische Leistungsfähigkeit desselben erhöht, oder dadurch, dass man zwischen den Drahtenden selbst eine Leitung aus Graphit herstellt. Dies wird, wie in Fig. 29 dargestellt ist, in der Weise bewirkt, dass die beiden in dem Zünderkörper eingeschmolzenen Drähte nur bis zur Oberfläche des Zünderkörpers eingesetzt und deren Enden durch einen Bleistiftstrich verbunden werden. Auf diese Art wird gleichsam eine Brücke für den elektrischen Funken, bestehend aus sehr vielen kleinen Graphittheilchen,

hergestellt, und nennt man daher derartige Zünder Graphit- und Brückenzünder.

Die Anwendung sehr empfindlicher Zünder hat zwar den Vortheil, auch mit geringen Elektricitätsmengen mehrere Zünder gleichzeitig activiren zu können, jedoch wird hierdurch die Gefahr unbeabsichtigter oder vorzeitiger Zündung durch atmosphärische Elektricität sowohl, wie durch die inducirende Wirkung benachbarter Zündleitungen nahegelegt.

Bei Reibungs-Elektricitäts-, Influenz- und Inductions-Zünd-Apparaten werden Spaltzünder angewendet, bei den magnet- und dynamo-elektrischen Zünd-Apparaten gewöhnlich Brückenzünder und bei den galvanischen Zündbatterien die Glühzünder.

I. Die Zündung mit Reibungs-Elektricität.

Die Einrichtung und Construction der zur Erzeugung von Reibungs-Elektricität dienenden Zünd-Apparate ist eine äusserst mannigfache und wurde von verschiedenen Erfindern in allerlei Formen ausgeführt. Im Wesentlichen bestehen jedoch alle Apparate dieser Art aus zwei Hauptbestandtheilen: dem Elektricitätserreger und dem Condensator.

Als Elektricitätserreger dienen gewöhnlich kreisförmige ebene Scheiben aus Glas oder Hartgummi, welche auf einer Axe befestigt sind und mittelst einer Kurbel in Rotation versetzt werden können. Durch Reibung derselben an entsprechend geformten Reibkissen werden elektrische Spannungen erzeugt, die durch Saugspitzen in den Condensator geleitet und zur elektrischen Zündung verwendet werden. Bei Benutzung von Glas-scheiben oder Glascylindern müssen die Reibkissen, um starke elektrische Erregung zu erzielen, aus Leder bestehen, das etwas eingefettet und mit einem Amalgam aus Zinn, Zink und Quecksilber bestrichen ist.

Bei Hartgummi-Erregern können zwar auch dieselben Reibkissen verwendet werden, weit vortheilhafter ist es jedoch, Reibkissen aus Pelzwerk zu nehmen, und zwar empfiehlt sich dies aus mehreren Gründen, wie wir sogleich darlegen werden. In allen Fällen werden die Reibkissen negativ, die Scheiben positiv elektrisch.

Der Condensator ist entweder eine Leydener Flasche oder eine Franklin'sche Tafel. Um letzterer eine möglichst grosse Oberfläche zu geben, wird dieselbe entweder in mehreren Platten hintereinandergestellt oder spiralförmig zusammengerollt. Das Material für die Condensatoren besteht je nach Umständen aus Glasflaschen, Glastafeln oder aus Platten von Hartgummi, vulkanisirtem Kautschuk oder Naturgummi.

Bevor wir auf eine nähere Beschreibung einzelner Apparate eingehen, sollen zunächst die allgemeinen Bedingungen zur Construction eines leistungsfähigen reibungselektrischen Zünd-Apparates erörtert werden.

Die erste Bedingung hierfür ist eine ausgiebige Elektricitäts-erregung. In dieser Hinsicht sind zwei Factoren massgebend. Die Grösse der aneinander geriebenen Flächen und das Material derselben. Da die Apparate zumeist für Verwendung im Felde bestimmt sind, so müssen sie leicht transportabel sein und ein möglichst geringes Volumen haben. Die Grösse der erregenden Scheiben und der Reibflächen ist somit an gewisse praktische Grenzen gebunden. Bei gleichem Durchmesser wird im Allgemeinen dem cylindrischen Erreger eine grössere Reibfläche gegeben werden können, als dem scheibenförmigen. Dieser Vortheil dürfte aber durch die complicirtere und kostspieligere Construction des Cylinder-Apparates wieder compensirt werden.

Die Wahl des Materials für den Erreger beschränkt sich auf Glas oder Hartgummikörper. Die kräftigste Erregung erhält man durch Reibung von Glasflächen mit dem sogenannten Kienmayer'schen Amalgam (2 Theile Quecksilber, 1 Theil Zinn, 1 Theil Zink). Abgesehen von der Gebrechlichkeit der Glasscheiben, die

erst in zweiter Linie in Betracht kommt, hat diese Art der Elektrizitätserzeugung jedoch den Uebelstand, dass das auf den Reibkissen aufgetragene Amalgam schon nach ganz kurzer Zeit verbraucht ist und erneuert werden muss. Ueberdies setzt sich an den Scheiben das mit Fett gemengte Amalgam fest an und macht dadurch deren Oberfläche mehr oder minder leitend, was einen grossen Elektrizitätsverlust bedingt. Derselbe Fall tritt auch bei Hartgummischeiben ein, deren erregende Kraft noch überdies durch Oxydation der Oberfläche abnimmt.

Es ist daher unumgänglich nothwendig, die Apparate mit Amalgam-Reibzeugen in einer derartigen Weise einzurichten, dass man ohne Schwierigkeit sowohl die Erneuerung des Amalgams, als auch das Reinigen der Scheiben vornehmen kann. Dies ist nur möglich, wenn der Kasten, in welchem der Erreger und der Condensator eingeschlossen sind, sich leicht öffnen lässt.

Darin liegt aber der Hauptfehler dieser Apparate. Es ist nämlich selbst bei der sorgfältigsten Arbeit nicht möglich, die mit Thüren versehenen Apparatkästen gegen die äussere atmosphärische Luft hermetisch abzuschliessen. Bei feuchter Witterung dringt in Folge dessen wasserhaltige Luft in das Innere des Apparatkastens ein, wobei sich die einzelnen Theile des Erregers und der Condensator mit einer dünnen Feuchtigkeitsschicht überziehen. Hierdurch wird die Elektrizitätsentwicklung auf ein Minimum oder selbst geradezu auf Null reducirt. Apparate mit Amalgam-Reibzeugen functioniren daher nur bei schönem, trockenem Wetter, während sie bei feuchter Luft höchst unverlässlich sind.

Die Elektrizitätserregung bei Reibung von Hartgummi mit Pelzwerk ist zwar etwas geringer als die-

jenige mit Glas und Amalgam, bietet jedoch den grossen Vortheil, dass die Apparate hermetisch verschlossen werden können und jahrelang gut functioniren, ohne durch feuchte Witterung beeinflusst zu werden. Nach sehr oftmaligem Gebrauche werden allerdings die Pelze abgerieben und die Wirksamkeit des Apparates nimmt ab, doch fällt dieser Umstand, in Anbetracht der vielen Vorzüge, welche die reibungselektrischen Zünd-Apparate vor den übrigen Zünd-Apparaten voraus haben, nicht in's Gewicht, umsoweniger als durch Erneuerung der Pelze dem Apparate seine frühere Leistungsfähigkeit wieder ertheilt werden kann.

Die Wirksamkeit des Condensators hängt einerseits von der Grösse der belegten Oberfläche, andererseits von dem Materiale desselben ab. Je grösser die Oberfläche ist, desto grössere Elektrizitätsmengen können bei gleicher Spannung aufgenommen werden. Ebenso wird die im Condensator aufgespeicherte Elektrizitätsmenge bei gleicher Spannung grösser, wenn die isolirende Schicht dünn und von geringerer Isolirfähigkeit ist, als im gegentheiligen Falle, aber um so näher liegt auch die Gefahr der Durchbrechung des Condensators durch den Funken.

So nimmt beispielsweise eine auf beiden Seiten mit Stanniol belegte Glasplatte bei gleich grosser Oberfläche der Belegung und gleicher Elektrizitätsspannung eine geringere Elektrizitätsmenge auf, als eine ebensolche Platte aus Naturgummi von der gleichen Dicke, was sich durch tieferes Eindringen der elektrischen Ladung in das Material der Platte erklärt. Dagegen wird die Naturgummiplatte leichter von dem elektrischen Funken durchbrochen, als die Glasplatte.

Da die Anzahl der von einem Zünd-Apparate gleichzeitig zu entzündenden Minen von der Schlagweite desselben abhängig ist, die Schlagweite aber wieder in Beziehung steht zu der von dem Erreger gelieferten Elektrizitätsmenge und der Oberfläche der Condensator-Belegung, so müssen diese Verhältnisse nach Massgabe der praktischen Erfahrungen passend gewählt werden, um einen leistungsfähigen Zünd-Apparat zu erhalten, und es unterscheiden sich die verschiedenen Constructionen eben hauptsächlich in diesen Verhältnissen.

Als einen reibungselektrischen Zünd-Apparat mit Amalgam-Reibzeugen lassen wir die Beschreibung des von Feldmarschall-Lieutenant Baron Ebner construirten **Festungs-Zündapparates** folgen (Fig. 30).

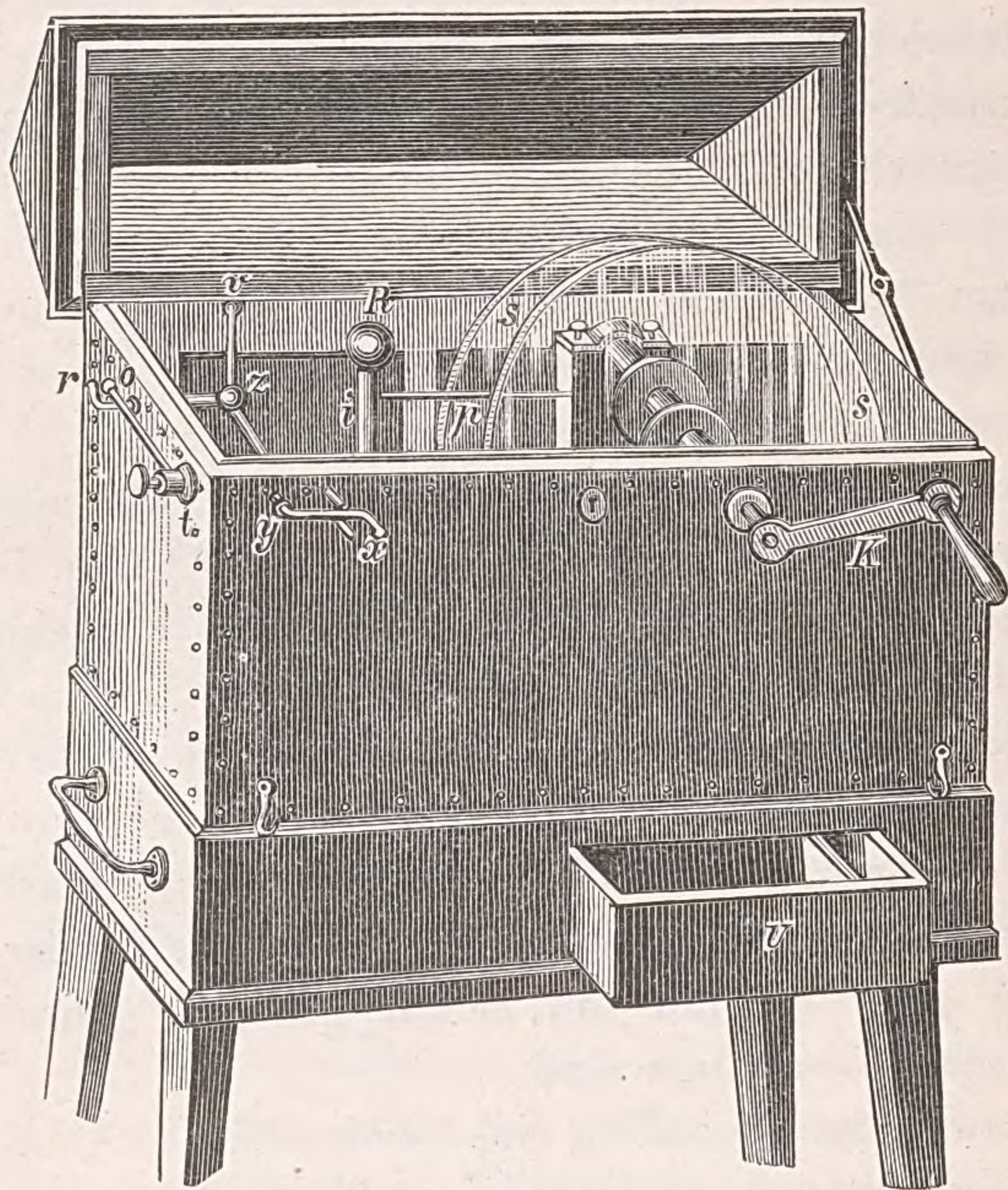
Der Elektrizitätserreger desselben besteht aus zwei $6\frac{1}{2}$ Mm. starken Spiegelglasscheiben von 31 Cm. Durchmesser, welche auf einer Axe aus Messing befestigt sind und durch die Kurbel *K* in Rotation versetzt werden können.

Die Reibung der beiden Glasscheiben geschieht durch Reibkissen aus Leder, deren Träger ähnlich geformt sind, wie bei den gewöhnlichen Winter'schen Elektrisirmaschinen für Schulzwecke, jedoch nicht aus Holz, sondern aus Messing gefertigt und mit Sauglappen aus gefirnisstem Schafwollstoff versehen sind.

Als Condensator dient eine Leydener Flasche aus Glas, welche mit einer Stanniolbelegung von 1100 Quadrat-Cm. Oberfläche belegt ist. An dem zur inneren Belegung führenden Messingknopfe ist ein zugespitzter Draht eingeschraubt, welcher zwischen die beiden Glasscheiben ragt und als Saugspitze dient. Die Leydener Flasche ist in einen Cylinder aus Eisenblech eingesetzt, welcher durch einen Draht mit den Reibkissen leitend verbunden wird.

An dem Apparatgehäuse befinden sich aussen zwei Schaltklemmen t und r , von welchen t mit der äusseren Belegung der Flasche, r mit einem drehbaren Hebel verbunden ist. Durch einen Druck auf den Hebel $x y$ wird die Klemme r mit der inneren Belegung der Flasche in

Fig. 30.



Berührung gebracht und kann somit deren Entladung bewirkt werden.

Um sich vor Ausführung einer Zündung von der Wirksamkeit des Apparates überzeugen zu können, ist ferner ein Funkenzieher an dem Apparatgehäuse befestigt, welcher mit den beiden Schaltklemmen in Verbindung

steht und dazu dient, um ermitteln zu können, wie viele Umdrehungen man den Glasscheiben geben muss, um einen Funken von bestimmter Schlagweite zu erhalten.

Das Apparatgehäuse selbst besteht aus einem mit umlegbaren Füßen versehenen Holzgerippe, dessen Seitenwände mit Leder überspannt sind, während der dachförmige Deckel aus Eisenblech hergestellt ist. Derselbe dient zum Schutze des Apparates gegen Staub und Regen, gewährt dagegen keinen Schutz gegen die Feuchtigkeit der Atmosphäre.

Der Apparat giebt einen Funken von 30 Mm. und können bei günstigem Wetter circa 40 bis 60 Minen damit gleichzeitig gezündet werden; bei grossem Feuchtigkeitsgehalt der Luft sinkt jedoch die Wirksamkeit sehr stark herab und kann unter Umständen ganz Null werden.

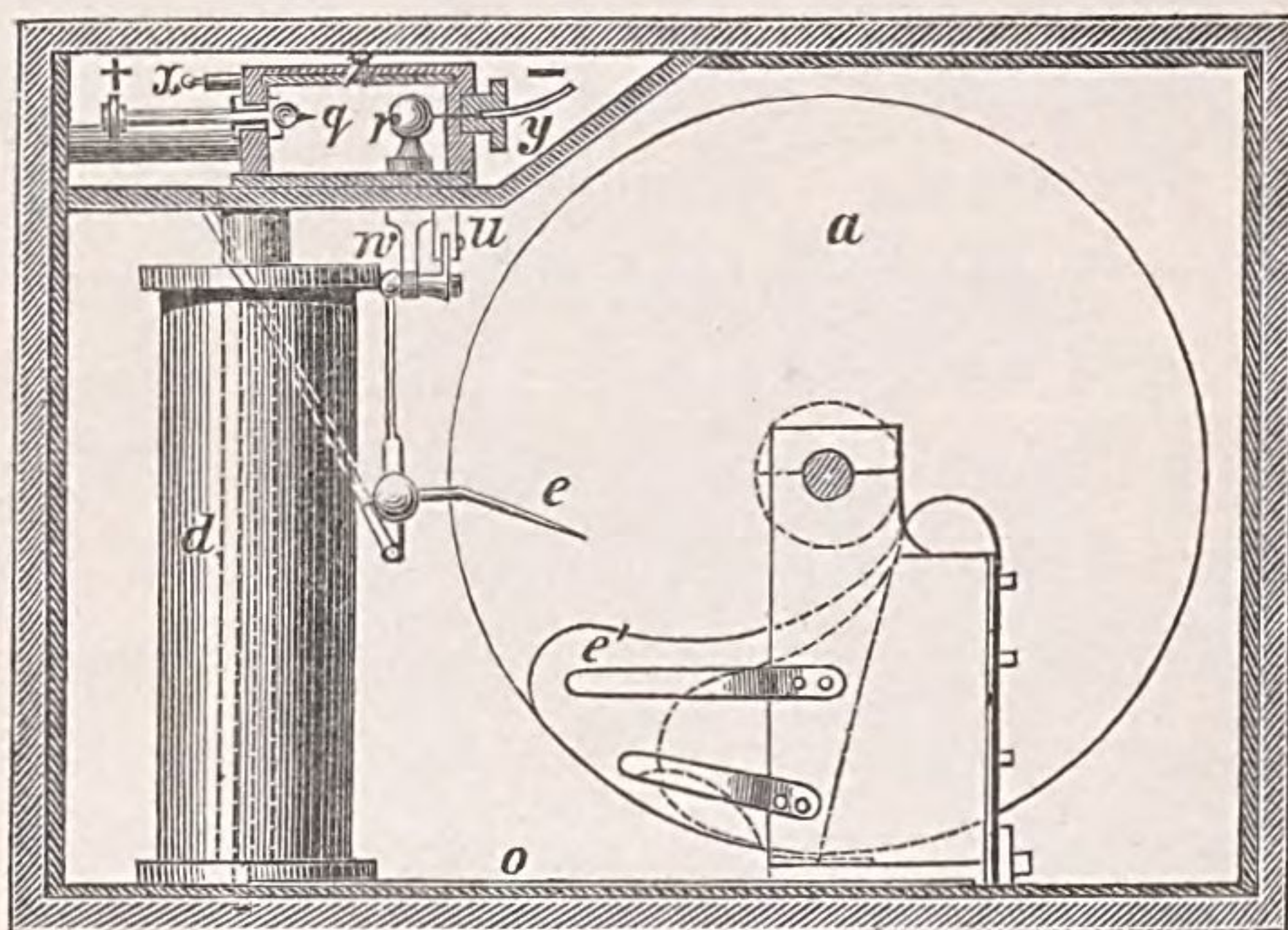
Im Jahre 1855 wurden mit derartigen Apparaten interessante Versuche gemacht, indem Telegraphenleitungen bis zu einer Länge von 20.000 Metern als Zündleitungen benutzt wurden, wobei sechs bis acht Zünder zur Explosion gebracht werden konnten.

Ein später von Baron Ebner construirter sogenannter **Feld-Zündapparat** in Tornisterform hatte Hartgummi-scheiben, welche mit Amalgam gerieben wurden, während der Condensator aus zwei zusammengerollten, mit Stanniol belegten Platten aus vulkanisirtem Kautschuk bestand.

Das Apparatgehäuse wurde durchaus aus Hartgummi hergestellt, war jedoch auch nicht für luftdichten Verschluss eingerichtet. In Folge dieses Umstandes erwiesen sich diese Apparate, welche eine zeitlang bei der österreichischen Geniewaffe in Gebrauch waren, als nicht sehr verlässlich und wurden daher durch die nachstehend beschriebenen Zünd-Apparate mit Pelzreibungen ersetzt.

Dieser elektrische Feld-Zündapparat, Modell 1874 (Fig. 31), wurde nach sehr eingehenden Versuchen im k. k. technisch-administrativen Militär-Comité in Wien unter Vorsitz des Herrn Oberst im Geniestabe Josef Kustersitz construiert und hat sich bisher bestens bewährt. Der Elektrizitätserreger besteht hier aus zwei Hartgummi-scheiben *a* von 37 Cm. Durchmesser, welche auf einer stählernen Axe befestigt sind und mittelst einer Kurbel

Fig. 31.



in Rotation versetzt werden können. Als Reibzeuge werden vier Bisampelze verwendet.

Der Condensator *d* besteht aus zwei zusammen-gerollten Naturgummiplatten, welche mit einer Stanniol-Belegung von circa 1800 Quadrat-Cm. Oberfläche belegt sind. Das Ende der einen Belegung ist direct mit einer Saugspitze *e* in Verbindung, während die andere Belegung durch einen Draht *o* mit dem Reibzeuge leitend verbunden wird. Der ganze Apparat ist in einen Holzkasten eingeschlossen, der innen mit Hartgummiplatten bekleidet und äusserst sorgfältig gegen das Eindringen von feuchter Luft abgedichtet ist. Ebenso bewegt sich

die Drehungsaxe der Scheiben in einer gut schliessenden Stopfbüchse.

An dem Apparatkasten ist oberhalb des Condensators ein Funkenzieher qr angebracht, welcher ebenfalls in ein Hartgummikästchen z eingeschlossen ist. Eine Glasplatte, welche den Deckel des Kästchens bildet, gestattet die Beobachtung der Funkenlänge. Um einen vorzeitigen Uebergang von Elektrizität in die bei x und bei r einzuschaltenden Leitungsdrähte und eine während der Ladung des Apparates (insbesondere bei stark wirkenden Apparaten, kurzen Leitungen und einer geringen Anzahl von Zündern) dadurch möglicherweise verfrüht eintretende Explosion zu verhindern, stellt eine Metallspange wu eine leitende Verbindung der beiden Schaltpole x und r her.

Im Augenblicke der Entladung aber, welche durch Druck auf einen Knopf bewirkt wird, wird die Metallspange durch Drehung um eine Axe w von den Contactpunkten entfernt und dadurch der kurze Schluss aufgehoben.

Die Apparate werden auf eine Schlagweite des Condensators von 6 Cm. eingerichtet, wobei in Folge der grossen Belegung der Funke sehr kräftig ist. Bei Einschaltung einer 700 Meter langen Drahtleitung von 1 Mm. Guttaperchadraht und dünnem, blankem Messingdraht als Rückleitung können mit einem Apparate 250 bis 300 Minen gleichzeitig gezündet werden.

In Anbetracht dieses ausserordentlichen Zündeffectes müssen die oben beschriebenen Apparate zu dem Vorzüglichsten gezählt werden, was in dieser Richtung bisher geleistet wurde.

Da es in einem Kriegsfall wohl nur sehr selten nothwendig wird, eine so grosse Zahl von Minen gleich-

zeitig zu zünden, die obigen Apparate aber in Folge des bedeutenden Scheibendurchmessers naturgemäss ziemlich gross und schwer sind, so wurden von Seite des genannten technisch-administrativen Militär-Comités in neuester Zeit auch ganz kleine Apparate erzeugt und war ein derartiger Apparat bei der elektrischen Ausstellung in Paris ausgestellt.

Dieser kleine reibungselektrische Zünd-Apparat hat nur 30 Cm. Länge, 12 Cm. Breite und 25 Cm. Höhe bei einem Gewichte von 3.5 Kg. Er kann somit sehr bequem transportirt werden und vermag immerhin die beträchtliche Zahl von 40 Zündern gleichzeitig zur Explosion zu bringen, bei Einschaltung einer 400 Meter langen Hinleitung aus Guttaperchadraht und gleicher Länge blanken Messingdrahtes als Rückleitung. Im Uebrigen ist dessen Construction ganz analog derjenigen des grossen Apparates.

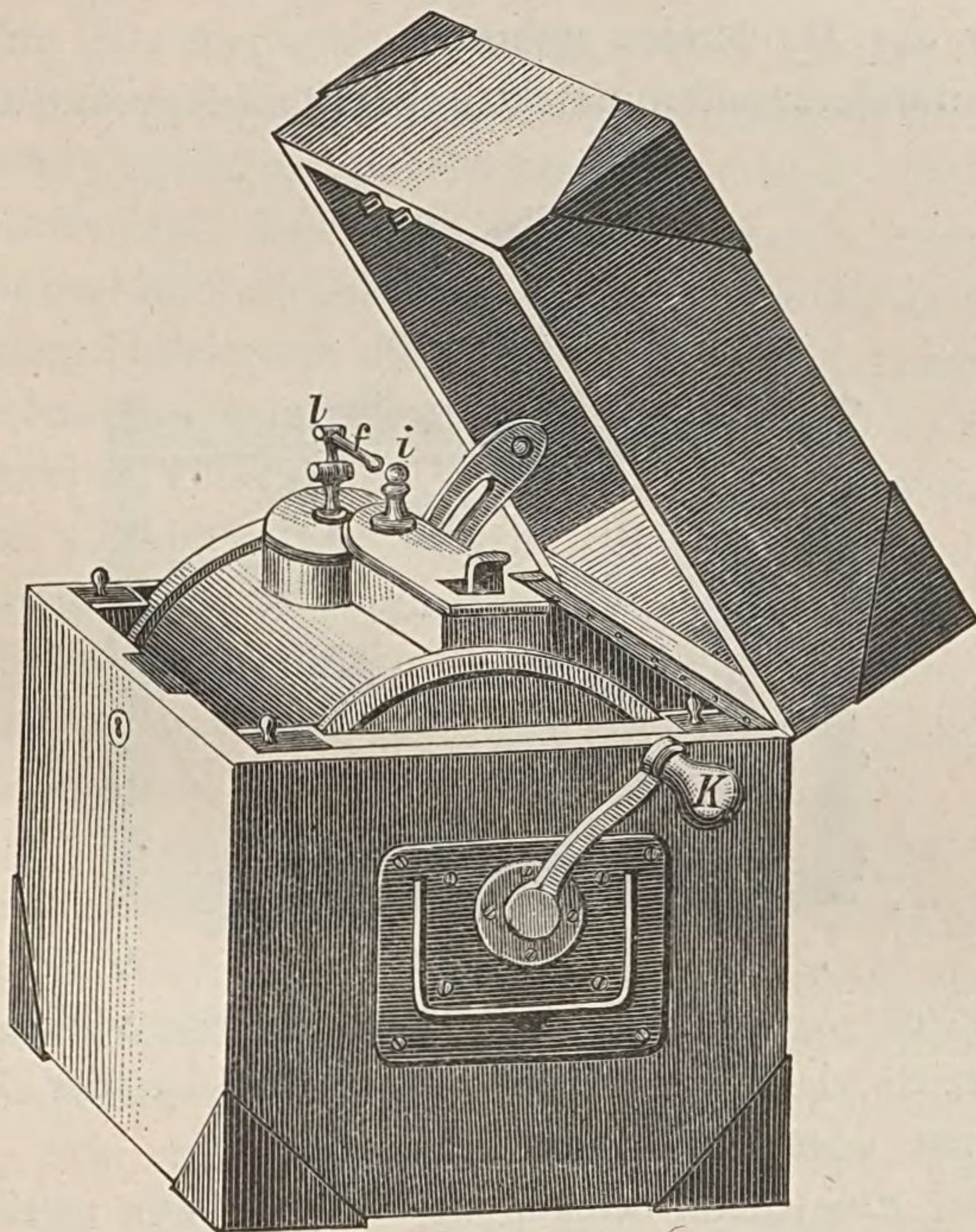
Seiner besonderen Form wegen verdient ferner ein Cylinder-Zündapparat Erwähnung, welcher als Vorgänger des vorletztbeschriebenen Apparates bei der österreichischen Genietruppe in Gebrauch war.

Derselbe (Fig. 32) besteht aus einem cylindrischen Gehäuse aus Eisenblech, welches gegen das Eindringen von atmosphärischer Luft vollkommen abgedichtet ist. Innerhalb desselben befindet sich ein um seine Axe mittelst einer Kurbel drehbarer Hartgummicylinder, welcher durch zwei symmetrisch zur Cylinderaxe angeordnete Paare von Bisampelzstreifen längs seiner Mantellinien gerieben wird.

Der Condensator besteht aus einem zweiten Hartgummicylinder, welcher den ersteren concentrisch umgiebt und eine cylindrische Franklin'sche Tafel bildet,

deren eine Belegung mit dem metallenen Apparatgehäuse in Verbindung steht, während die zweite, positiv geladene Belegung in einem Knopfe endet, welcher beim Vorschieben des Entladers durch einen federnden Metallarm mit der

Fig. 32.



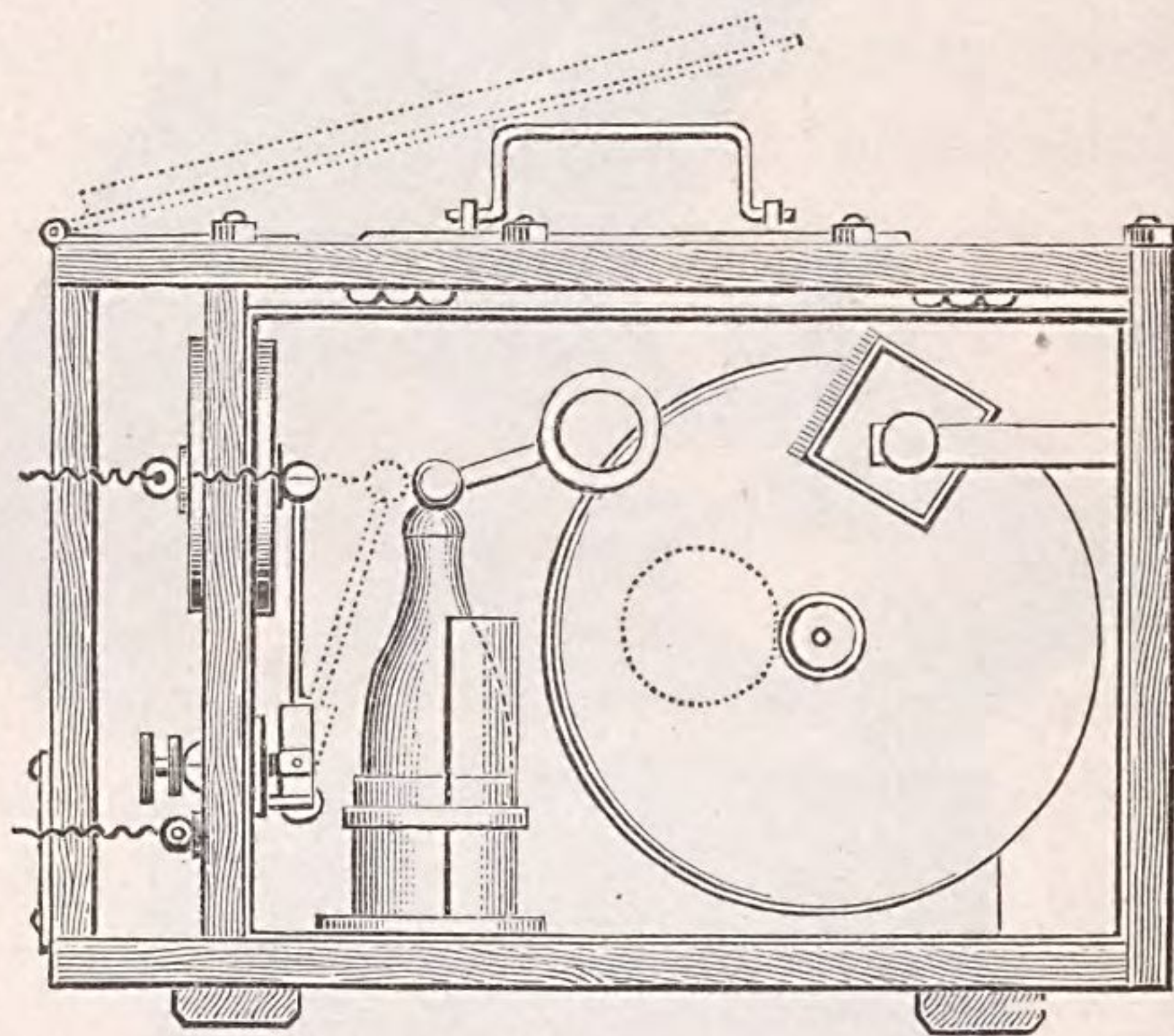
Schaltklemme für den Leitungsdraht in Berührung gelangt. Ebenso wie bei den früheren Apparaten ist auch ein Funkenzieher angebracht, welcher sich auf dem oberen Theile des Cylinders *efi* befindet.

Dieser Apparat erwies sich zwar weit weniger von der Einwirkung der atmosphärischen Feuchtigkeit beein-

flusst, als die früher erwähnten Amalgam-Zündapparate, dagegen verhinderte die Art der Anlage des Condensators und die Wahl eines Metallgehäuses die Ansammlung starker Elektrizitätsspannungen, somit bedeutender Zündwirkungen, und begünstigte auch unbeabsichtigte Zweigentladungen, welche mitunter ihren Weg durch den Körper des Zündenden nahmen.

Einandererreibungselektrischer Zünd-Apparat, welcher

Fig. 33.



namentlich in der civilen Technik in Deutschland und Frankreich vielfache Verwendung findet, ist der **Zünd-Apparat von Bornhardt** (Fig. 33).

Der Elektrizitätserreger besteht hier aus zwei Hartgummischeiben, welche bei der Rotation durch je zwei Katzenpelze gerieben werden. Um die Zahl der zur Ladung des Condensators erforderlichen Kurbelumdrehungen herabzumindern, ist der Kurbelantrieb mit Zahnrad und Getriebe versehen, wodurch eine sehr rasche Rotation der Scheiben erzielt werden kann.

Der Condensator besteht aus zwei gewöhnlichen kleinen Leydener Flaschen, welche mit ihren gleichnamigen Belegungen untereinander leitend verbunden sind. Die Zuleitung der positiven Elektricität zu den inneren Belegungen der Flaschen wird durch zwei Paare von Saugkämmen mit Metallspitzen bewirkt.

Um den Apparat im Inneren stets trocken zu erhalten, befindet sich gut ausgeglühte Holzkohle als hygroskopische Substanz in Büchsen unterhalb der Hartgummischeiben. Das Apparatgehäuse besteht aus einem verlötheten Eisenblechkasten, welcher seinerseits wieder von einem Holzkasten umschlossen wird. Die Anwendung eines Metallgehäuses hat zwar den Vortheil eines absolut hermetischen Verschlusses, verhindert dagegen, wie schon bei dem Cylinder-Zündapparate bemerkt wurde, die Ansammlung hoher Spannungen und giebt Veranlassung zu Seitenentladungen. Immerhin können mit grossen Bornhardt'schen Apparaten bis zu 40 Zündpunkte gleichzeitig activirt werden.

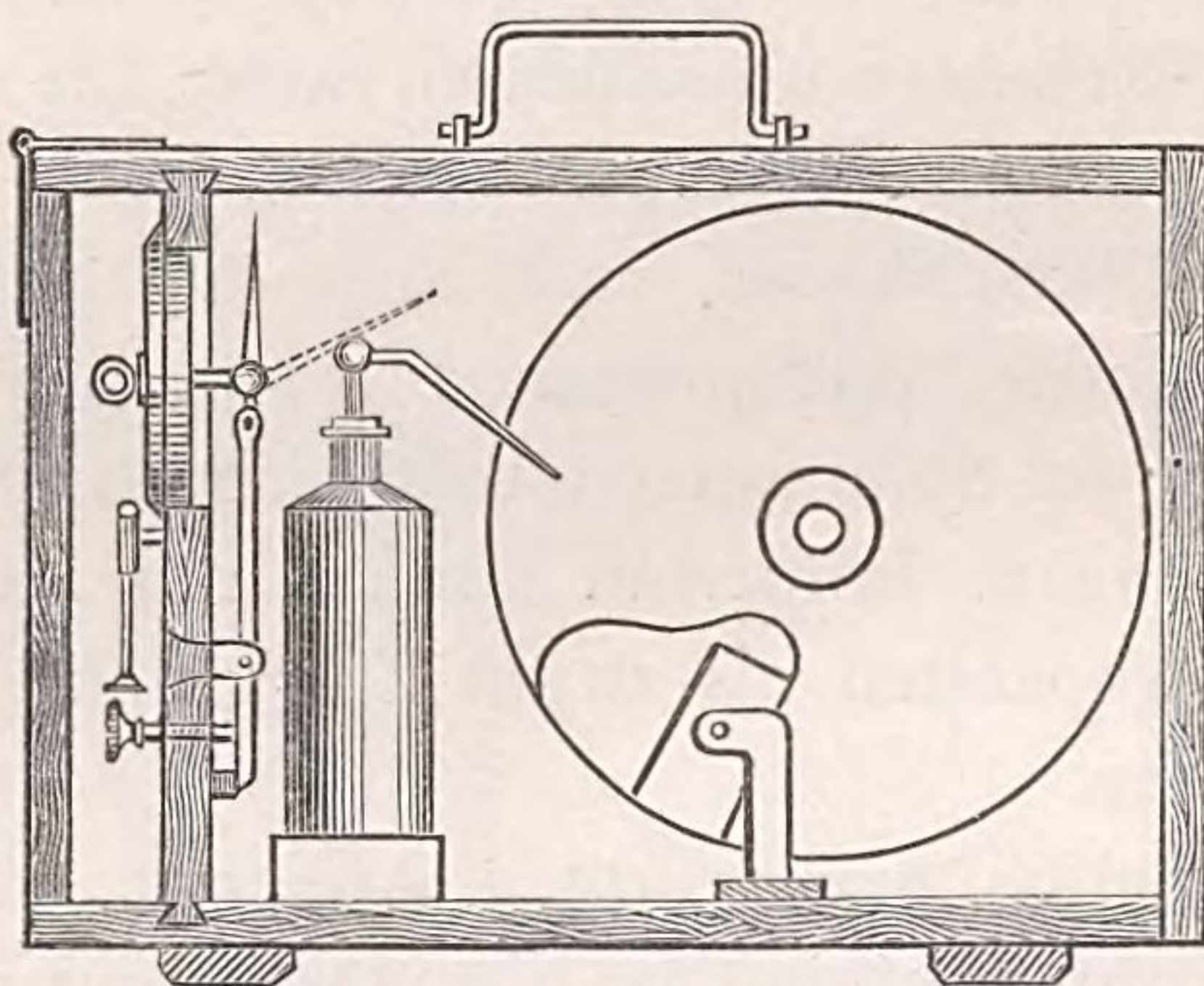
Sehr ähnlich dem vorigen Apparate ist der österreichische Zünd-Apparat der Firma Mahler und Eschenbacher in Wien construiert. Derselbe verwendet ebenfalls Hartgummischeiben, welche mit Pelzwerk (Bisampelz) gerieben werden, doch ist die Stellung der Reibkissen eine andere, als bei Bornhardt, wie aus der Fig. 34 ersichtlich. Es muss daher die Kurbel bei dem Mahler'schen Apparate im Sinne eines Uhrzeigers gedreht werden, während bei dem Bornhardt'schen sowohl rechts wie links gedreht werden kann. Ferner ist die Form der Saugspitzen, sowie des Entladers eine andere und hat der letztere die gleiche Vorrichtung gegen das vorzeitige Ueberspringen der Entladung in die Zündleitung, wie

bei dem oben beschriebenen Zünd-Apparate des technisch-administrativen Militär-Comités.

Als Vorthail des Mahler'schen Apparates gegenüber dem Bornhardt'schen kann der Ersatz des Metallgehäuses durch ein Holzgehäuse bezeichnet werden.

Ueber einen reibungselektrischen Zünd-Apparat von Mowbray entnehmen wir dem „Berichte über die elektrotechnische Ausstellung zu Paris 1881“ von Herrn Haupt-

Fig. 34.



mann des Geniestabes Ph. Hess Folgendes: „Nach den wenigen Angaben, welche sich über die dem Besucher unzugängliche innere Einrichtung erhalten liessen, ist derselbe ein Cylinder-Zündapparat von folgender Einrichtung. In einem fassförmigen Gehäuse von hartem Holze, welches noch mit einem dicht anschliessenden Ueberzuge von weich vulkanisirtem Kautschuk versehen ist, kann mit Hilfe einer an der einen Stirnseite anzusteckenden Kurbel ein Ebonitcylinder in Rotation versetzt werden. Als Reibzeug dienen mit Musivgold überkleidete Kissen aus einem nicht näher definirten

tuchartigen Stoffe. Der Condensator ist ein Plattencondensator aus Kautschuk.

Die Schaltvorrichtung zeigt, von aussen gesehen, an der dem Kurbelende entgegengesetzten Stirnseite zwei sich conisch verengende Oeffnungen, in welche die blank gemachten Enden der isolirten Leitungsdrähte so weit eingeführt werden sollen, bis durch die Guttaperchahülle derselben die Dichtung gegen aussen erzielt wird.

Die Entladevorrichtung ist mit dem Kurbelmechanismus derart verbunden, dass sie durch das Linksdrehen der Kurbel activirt wird. Diese etwas ungeschickte, eine unnöthig weitläufige Bewegung erfordernde Entladungsweise, der Mangel eines Funkenmessers und die ganz unzureichende Fixirung der Leitungsdrähte am Apparate sind offenbare Mängel von Mowbray's Zündmaschine. Nach Angabe der Firma soll der Apparat gestatten, 20 bis 25 Spaltzünder in einer Leitungsbahn (Länge nicht ausgesprochen) zur Detonation zu bringen."

2. Influenz-Zündapparate.

Ebenso wie die Reibungs-Elektrisirmaschine kann auch die Influenzmaschine zur Construction von Zünd-Apparaten benutzt werden, und haben derartige Apparate gewisse Vortheile vor den reibungselektrischen Zündmaschinen voraus, welche jedoch durch andere weniger günstige Eigenthümlichkeiten theilweise compensirt werden. Es ist daher schwierig, zu sagen, welche Art von Apparaten für den gleichen Zweck vorzuziehen wäre, umso mehr als dem Verfasser Influenz-Zündapparate nur in der Form von Versuchsmodellen bekannt sind.

Als Vortheile der Influenzmaschine gegenüber der gewöhnlichen Elektrisirmaschine mit Reibzeugen wäre zu

nennen, dass erstere bei gleich grossem Scheibendurchmesser bedeutend grössere Elektrizitätsmengen in der gleichen Zeit liefert, als die Reibungsmaschine; man kann somit mit relativ kleinen Scheiben sehr grosse Condensatoren kräftig laden. Da ferner die Scheiben der Influenzmaschine nicht mit Reibzeugen oder sonstigen Körpern in Berührung kommen, so unterliegen sie, auch bei noch so häufigem Gebrauche, keinerlei Abnutzung.

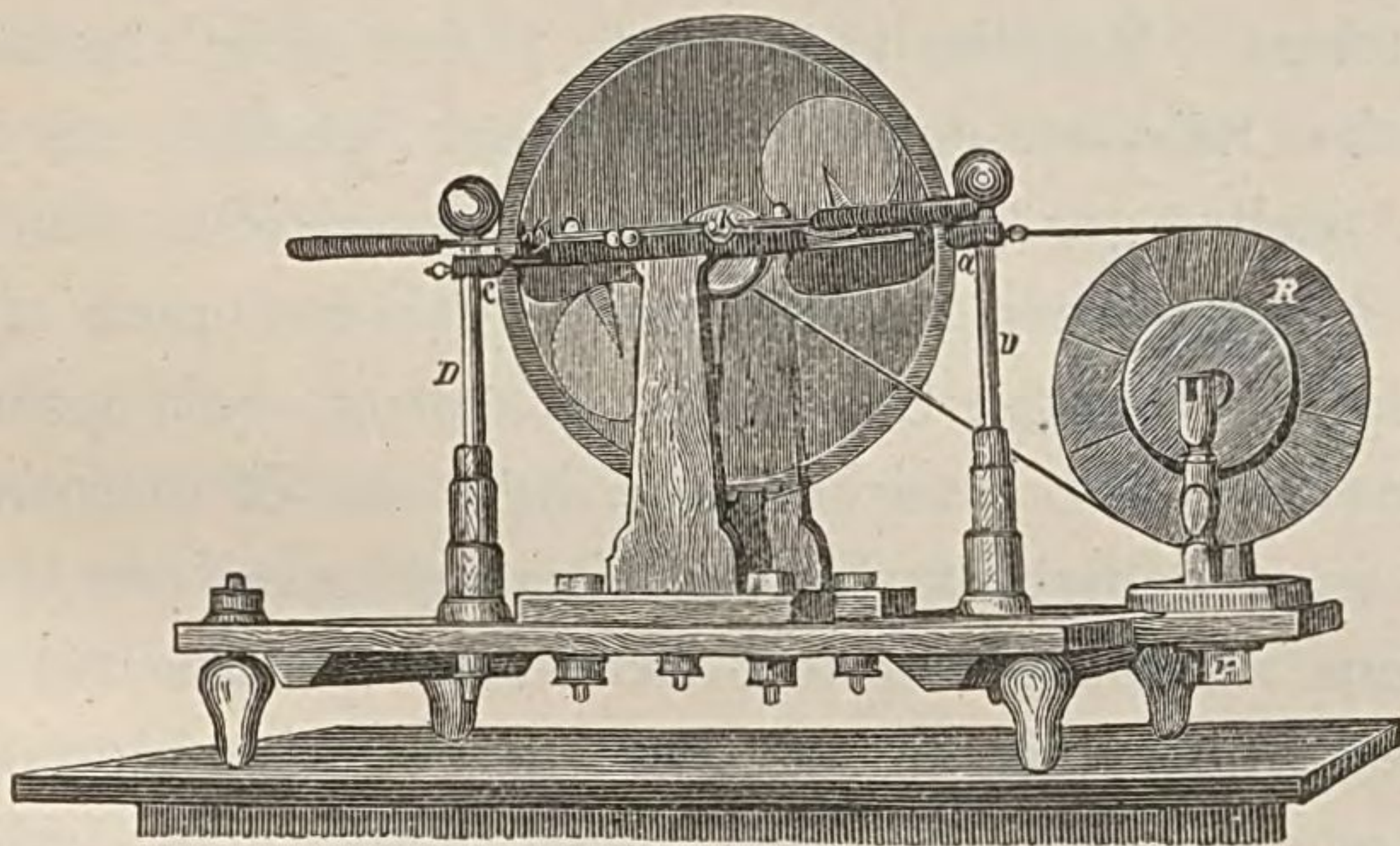
Andererseits muss jedoch die starke Elektrizitäts-Erregung der Influenzmaschinen auch als nachtheilig bezeichnet werden, weil hierdurch die Condensatoren leicht überladen und durchbrochen werden. Naturgummi oder Kautschuk-Isolatoren sind daher nicht gut anwendbar und müssten Leydener Flaschen aus starkem Glase angebracht werden. Noch mehr ins Gewicht fallend ist der Umstand, dass die Influenzmaschinen nicht sehr präzise functioniren. Während man nämlich bei reibungselektrischen Zünd-Apparaten mit Bestimmtheit angeben kann, dass etwa 20 oder 30 Kurbelumdrehungen erforderlich sind, um den Apparat derart zu laden, dass eine gewisse Anzahl von Zündern zur Explosion gebracht werden kann, so lässt sich dies bei den Influenzmaschinen im Allgemeinen nicht mit der gleichen Präcision angeben. Die Influenzmaschine bedarf, analog der Dynamo-Elektricitätsmaschine, erst einiger Umdrehungen, um in volle Wirksamkeit zu treten, und es ist die Geschwindigkeit der Anregung meistens von verschiedenen Zufälligkeiten abhängig.

Andererseits tritt auch der Fall häufig ein, dass bei Ueberladung des Condensators, wenn derselbe widerstandsfähig genug ist, um nicht zerschmettert zu werden, plötzlich ein Umschlag der Elektrizitäts-Spannungen

erfolgt und die Maschine momentan gar keine Elektrizität entwickelt.

In Folge dieser Eigenthümlichkeiten ist daher die Behandlung der Influenz-Zündapparate entschieden schwieriger und verlangt mehr Sachkenntniss, als jene der reibungselektrischen Apparate. Dagegen dürften die Influenz-Apparate vorzüglich geeignet sein für solche Sprengungen, wo eine sehr bedeutende Zahl von Zündern, etwa mehr als 300, gleichzeitig activirt werden sollen,

Fig. 35.



da Reibungsmaschinen für diesen Zweck unbequem grosse Dimensionen erhalten müssten, was bei den Influenzmaschinen nicht der Fall ist. Ueberdies machen sich die genannten Uebelstände der letzteren bei Anwendung sehr grosser Condensatoren weniger bemerkbar, als bei kleinen.

Bezüglich der Einrichtung und Wirkungsweise der Influenzmaschine mögen folgende Andeutungen genügen. Die wesentlichen Bestandtheile der Maschine (Fig. 35) sind zwei kreisförmige Scheiben aus Glas oder Hartgummi, welche, ohne sich zu berühren, parallel zueinander auf-

gestellt sind. Die eine dieser Scheiben ist in irgend einer Weise an dem Gestelle fixirt, die zweite Scheibe sitzt auf einer Axe fest und kann in rasche Rotation gebracht werden. Gegenüber der beweglichen Scheibe sind an zwei diametralen Stellen Kämme und Saugspitzen befindlich, welche durch Metallstangen in leitende Verbindung miteinander treten können.

Um die Maschine in Thätigkeit zu setzen, muss irgend ein elektrischer Körper, etwa eine geriebene Ebonitplatte oder Siegellackstange, der fixen Scheibe an jener Stelle genähert werden, wo sich die Saugspitzen der beweglichen Scheibe befinden, oder aber muss der elektrische Körper der beweglichen Scheibe an einer solchen Stelle genähert werden, die gleich weit von beiden Saugkämmen entfernt ist. Versetzt man gleichzeitig die bewegliche Scheibe in Rotation, so beginnt die Maschine alsbald zu wirken. Bei Influenz-Zündapparaten, welche in abgedichtete Kasten eingeschlossen sind, dient eine ganz kleine Hartgummischeibe, welche mit Pelzwerk gerieben wird, zur Activirung der Maschine.

Ausser dieser gewöhnlichsten Form der Influenzmaschine giebt es jedoch noch eine ganze Reihe anderer Constructionen. Abgesehen von der Stellung der Scheiben (horizontal oder vertical) und der äusseren Montirung werden auch Maschinen mit einer fixen und zwei in gleicher Richtung rotirenden Scheiben, oder mit zwei fixen und zwei rotirenden Scheiben gebaut; ferner ohne fixe Scheibe, mit nur zwei in entgegengesetzter Richtung drehbaren Scheiben, ja selbst mit zwei in gleicher Richtung beweglichen Scheiben, ohne Zwischenstellung einer fixen Scheibe, was mit der Theorie der Maschine in keinem Einklange steht, und doch haben wir uns

wiederholt von der Wirkungsfähigkeit dieser Construction überzeugt.

Dem Vernehmen nach sollen bei der italienischen Armee Versuche mit Influenz-Zündapparaten durchgeführt worden sein, doch konnte darüber nichts Näheres in Erfahrung gebracht werden. Möglicherweise dürfte die elektrische Ausstellung in Wien diesbezüglich etwas Neues bringen.

3. Inductions-Zündapparate.

Wenn man zwei Spulen isolirten Drahtes, welche in keinerlei Berührung und metallischer Verbindung miteinander stehen, derart anordnet, dass die eine Drahtspule die andere umschliesst, und nun in eine der beiden Spulen einen elektrischen Strom einleitet, so entsteht im Momente des Stromschlusses in der zweiten Spule ein elektrischer Strom von momentaner Dauer. In gleicher Weise wird ein momentaner Stromimpuls in der ersten Spule hervorgebracht, wenn man den elektrischen Strom, welcher die andere Spule durchfliesst, unterbricht; nur ist jetzt die Bewegungsrichtung des elektrischen Strom-Impulses die entgegengesetzte wie im früheren Falle.

Diese Erscheinung wird als Volta-Induction bezeichnet. Der continuirliche Strom der einen Spule wird der inducirende oder primäre Strom genannt, während der nur momentan dauernde Strom der anderen Spule der inducirte oder secundäre Strom ist.

Hinsichtlich ihrer Eigenschaften unterscheiden sich die beiden Ströme sehr wesentlich voneinander; während nämlich der primäre Strom sehr geringe Spannung (etwa 1 bis höchstens 10 Volts) hat, erlangt der secundäre Strom ausserordentlich hohe Spannungen (1000 bis

200.000 Volts und darüber). Man kann auf diese Weise einen galvanischen Strom von nur 1 bis 6 Elementen, welcher selbst nicht im Stande ist, auch nur die allgeringste Luftstrecke zu durchbrechen, dazu benutzen, um einen elektrischen Funken in Luft von bedeutender Länge und verhältnissmässig grosser Intensität zu erzeugen.

Um eine möglichst grosse Funkenlänge zu erzielen, ist es erforderlich, dass man die primäre Spule aus ziemlich dickem Drahte wählt und nur zwei bis sechs Lagen von Windungen übereinander anordnet. Die secundäre Spirale dagegen muss aus sehr dünnem und sehr gut isolirtem Drahte bestehen und man ordnet möglichst viele Windungen übereinander an.

Rhumkorff in Paris, welcher diesen Apparaten zuerst eine ganz hervorragende Leistung zu geben vermochte, hat derartige Inductoren construirt, welche einen Funken bis zu 30 Cm. Länge hervorbringen, somit den besten Reibungs-Elektrisirmaschinen an Schlagweite gleich kommen, dieselben jedoch an Intensität des Funkens weit übertreffen. Auf der secundären Spirale dieser grossen Apparate sind 80.000 bis 100.000 Windungen feinen isolirten Drahtes aufgewickelt, welche eine Länge bis zu circa 20 deutschen Meilen repräsentiren. Der primäre Strom wird durch vier bis sechs Bunsen'sche Elemente gewöhnlicher Grösse geliefert.

In neuerer Zeit sind jedoch in England von Professor Pepper Inductions-Apparate construirt worden, welche sogar einen Funken von 75 Cm. Schlagweite hervorbringen; Professor Spottiswood hat sogar einen Inductions-Apparat von 110 Cm. Schlagweite construirt, welche einen scheinbar 2 Cm. dicken Funken erzeugt.

Derartige gewaltige elektrische Entladungsschläge, welche einen Menschen und selbst grosse Thiere sofort tödten, können natürlich auch zur Zündung von elektrischen Minen angewendet werden, und es wäre beispielsweise ein Funke von 110 Cm., wie ihn der Spottiswoode'sche Inductor liefert, wohl im Stande, circa 4000 Minen-Spaltzünder im gleichen Momente zu entzünden.

Sehr bald nach dem Bekanntwerden der Rhumkorff'schen Inductions-Apparate wurden von dem spanischen Oberstlieutenant der Geniewaffe, Verdu, im Vereine mit Herrn Rhumkorff selbst Versuche zur Minenzündung gemacht.

Ein Apparat grösserer Gattung (etwa 12 Cm. Schlagweite), welcher durch zwei Bunsen'sche Elemente activirt wurde, brachte bei einer Hinleitung von 26.000 Meter Drahtes und einer Erdrückleitung in dem Zünder einen kräftigen Funken hervor und es wurde nur in Ermangelung des erforderlichen Drahtes eine noch längere Zündleitung nicht versucht. Hierbei muss bemerkt werden, dass der angewendete Zünder eine Spaltbreite von 1.5 Mm. besass, somit 10 bis 15 Zündern der jetzt gebräuchlichen Form entspricht. Durch Anwendung der höchst unzweckmässigen Erdrückleitung an Stelle einer metallischen Leitung wird überdies bei Inductions-Apparaten der Effect auf mehr als ein Drittel herabgemindert. In Anbetracht dieser Umstände kann daher das von Oberstlieutenant Verdu erzielte Versuchsergebniss immerhin als sehr befriedigend bezeichnet werden.

Nichtsdestoweniger dürfte der Vortheil der Inductions-Apparate für elektrische Minenzündung nicht in der Anwendung sehr grosser Apparate, sondern vielmehr in der Anwendung ganz kleiner Apparate gefunden werden.

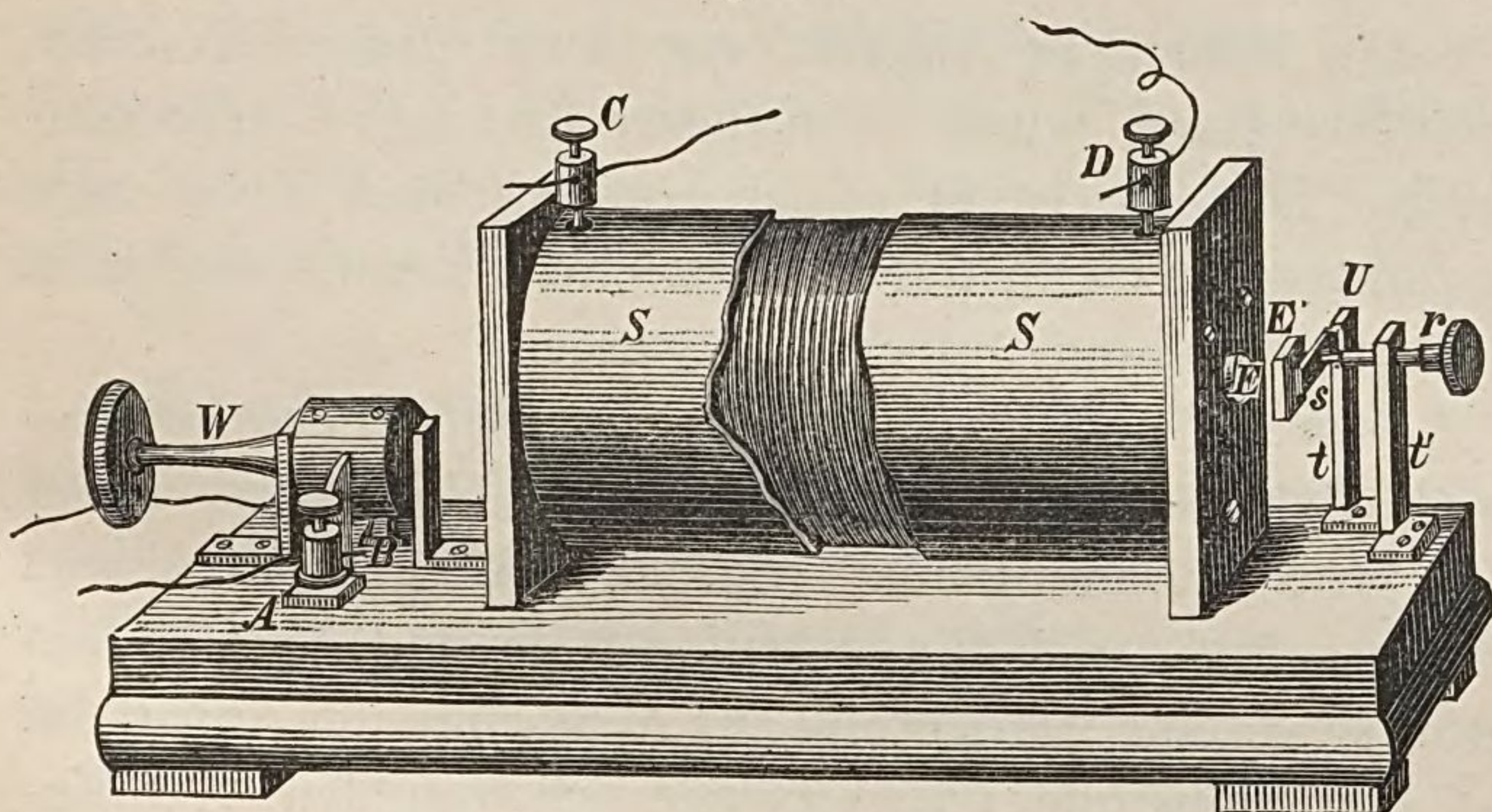
Gegen die Benutzung grosser Apparate dieser Art für militärische Zwecke sprechen nämlich dreierlei Bedenken. Einerseits steigt der Preis der Apparate mit der Vergrösserung ihrer Leistungsfähigkeit sehr bedeutend. Während ein kleiner Apparat mit etwa 1 Cm. Schlagweite um 8 bis 15 Gulden österr. Währ. zu haben ist, kostet ein Apparat mittlerer Gattung von etwa 5 Cm. Schlagweite 80 bis 100 Gulden und ein Apparat der grössten Gattung mit 30 Cm. Schlagweite 500 bis 600 Gulden. In analoger Weise nimmt auch das Gewicht mit der Leistungsfähigkeit zu. (Ein kleiner Apparat sammt Batterie wiegt beiläufig $\frac{1}{2}$ Kg., ein Apparat mittlerer Grösse schon 20 Kg. und die grössten über 100 Kg.) Schliesslich kommt noch der Umstand hinzu, dass zur Activirung der kleinen Apparate schwache, hermetisch verschlossene Elemente genügen, welche jahrelang keiner Wartung bedürfen, während für die grossen Apparate kräftige Salpeter- oder Chromsäure-Elemente nothwendig sind, welche für jedemaleige Benutzung eine frische Füllung und Reinigung erforderlich machen und sich nur schwierig in eine feldmässige Form bringen lassen.

Die militärische Verwendung der kleinen Apparate dagegen mit einem Zündeffecte von etwa 20 Zündern würde gegenüber den Apparaten anderer Art verschiedene Vorthelle bieten. Dieselben können so klein und handsam gemacht werden, dass sie in der Rocktasche getragen werden können, unterliegen nicht dem Einflusse der atmosphärischen Feuchtigkeit und gestatten eine Activirung in jedem beliebigen Zeitmomente, was beispielsweise bei den reibungselektrischen und Influenz-Zündapparaten nicht in dem gleichen Masse der Fall ist, da letztere zu ihrer Ladung erst eine zwanzig- bis

dreissigmalige Kurbeldrehung erfordern. Ueberdies können die letztgenannten Apparate bei gleicher Leistungsfähigkeit nicht in so kleiner Form ausgeführt werden, als die Inductions-Apparate.

Ein kleiner Rhumkorff'scher Inductor, welcher mit geringen Abänderungen für Minenzündung geeignet wäre, ist in Fig. 36 dargestellt. Auf einem Holzkasten, in

Fig. 36.



welchem sich der Condensator befindet, ist die secundäre Spule *S S* befestigt, deren Polklemmen *C* und *D* sind. Die primäre Spule ist, über ein Bündel dünner Eisen-drähte aufgewickelt, innerhalb der secundären Spule an-gebracht und sowohl von der letzteren, als von dem Drahtkerne durch eine isolirende Zwischenlage getrennt. Die Zuleitung des Stromes erfolgt durch die Drähte bei *A* und *B*. Ein Stromwechsler *W* dient gleichzeitig zum Oeffnen und Schliessen des Stromes, sowie zum Um-kehren desselben. Die Stromunterbrechungen zur Er-zeugung der Inductionen werden durch die Feder *E U*

automatisch bewirkt, indem selbe von dem magnetisch werdenden Eisenkern eine Anziehung erleidet, wodurch sie sich von der Contactschraube *r* entfernt und somit den Strom unterbricht. Der Eisenkern verliert hierdurch seinen Magnetismus und die Feder kehrt in ihre frühere Lage zurück, um dann abermals angezogen zu werden etc.

Ein derartiger Apparat liefert einen Funken von etwa 10 bis 15 Mm. Schlagweite; sein Gewicht ist nur 1 Kg.

Ein Inductions-Apparat von ausserordentlich compendiöser Form wurde in neuester Zeit von Clarke construirt. Derselbe ist in seiner gegenwärtigen Form zum Anzünden von Gasflammen eingerichtet, könnte aber auch für Minenzündung umgestaltet werden.

Derselbe besteht aus einem in zwei Theile zerlegbaren Cylinder aus Hartgummi von 5 Cm. Durchmesser und einer Gesamtlänge von 20 Cm. In dem oberen Theile befindet sich die Inductionsrolle und der Condensator, sowie eine Vorrichtung zur Activirung des Apparates. Die Inductionsrolle unterscheidet sich von den gewöhnlichen Apparaten durch Anwendung von isolirten Eisendrähten an Stelle von Kupferdrähten, was einen stärkeren Effect hervorbringen soll; auch wird angegeben, dass die Art der Isolirung der Drähte eine besondere sei.

In dem unteren Theile des Hartgummi-Cylinders ist in hermetischem Verschlusse ein Silber-Zink-Element untergebracht. Die Silberplatte desselben ist aus sehr dünnem Silberblech gefertigt, welches auf einen Cylinder aus poröser Kohle aufgewickelt ist; zwischen das Silberblech und die Kohle wird ein mit Chlorsilber getränktes Filterpapier unterlegt.

Die Vorrichtung zum Schliessen des Stromes ist, sehr zweckmässig, so eingerichtet, dass der Unterbrechungs-hammer durch den Druck auf einen Knopf einen kleinen Anstoss erhält und eine gewisse Anzahl Schwingungen vollzieht, worauf er in seine Ruhelage zurückkehrt, ohne weiteren Stromschluss zu geben. Hierdurch wird einerseits sichere Activirung des Apparates erzielt und eine vorzeitige Erschöpfung des Elementes vermieden.

Es wurde uns ein Apparat gezeigt, mit welchem innerhalb 16 Monaten beiläufig 140.000 Zündungen bewirkt wurden, ohne dass das Element erschöpft oder eine Reparatur nothwendig gewesen wäre. Der Apparat soll eine Schlagweite von 1 Cm. geben, was in Anbetracht seiner geringen Dimensionen überraschend viel wäre.

Eine besondere Art von Zünd-Apparaten mit Volta-Induction, welche auf den Kriegsschiffen der österreichischen Marine zum gleichzeitigen Abfeuern der Geschütze einer Breitseite dienen, hat Siegfried Markus construirt.

Auf einer ziemlich langen primären Spule mit Eisenkern und gewöhnlichem Interruptor sind (je nach Bedarf) vier bis sechs voneinander isolirte secundäre Spulen angebracht.

Gut isolirte Drähte bewirken die Verbindung zwischen je einem Geschütz und den beiden Polen einer secundären Spirale während zwei separate Drähte für den primären Strom zur Commandobrücke des Schiffcommandanten führen. Durch Niederdrücken eines Stromschalters kann der Capitän selbst, in dem ihm geeignet scheinenden Momente sämtliche Geschütze gleichzeitig abfeuern. An den Geschützen ist eine sinnreiche einfache Vorrichtung

angeschraubt, mittelst welcher der Zünder in die Leitung eingeschaltet werden kann, ohne dass hierzu die Herstellung von Drahtverbindungen oder Benutzung von Klemmschrauben nothwendig wäre.

Um eine vorzeitige Zündung, durch welche leicht ein Unglücksfall herbeigeführt werden könnte, zu vermeiden, ist neben jedem Geschütze an der Schiffswand ein Ausschalter angebracht, welcher erst dann auf Stromschluss gestellt wird, wenn das Geschütz vollkommen zur Abfeuerung bereit ist und die Bedienungsmannschaft sich auf den vorgeschriebenen Posten befindet. Ebenso zeigt eine Art Hotel-Telegraph dem Schiffskommandanten jene Geschütze an, welche schussbereit sind.

Die zur Entzündung der Geschützladung dienenden Zünder sind Spaltzünder, welche mit einer nicht sehr empfindlichen Zündmasse gefüllt sind, wodurch das Hantiren mit denselben ungefährlicher wird. Dennoch ist die Zündung eine äusserst sichere, weil jede einzelne Secundärspule des Inductors einen sehr kräftigen Funken liefert. Dies wird dadurch bewirkt, dass nicht nur die primäre Spule mit einem Condensator versehen ist, sondern auch jede Secundärspule einen eigenen Condensator besitzt. Der Funke verliert dadurch zwar etwas an Schlagweite, wird aber sehr hell und intensiv.

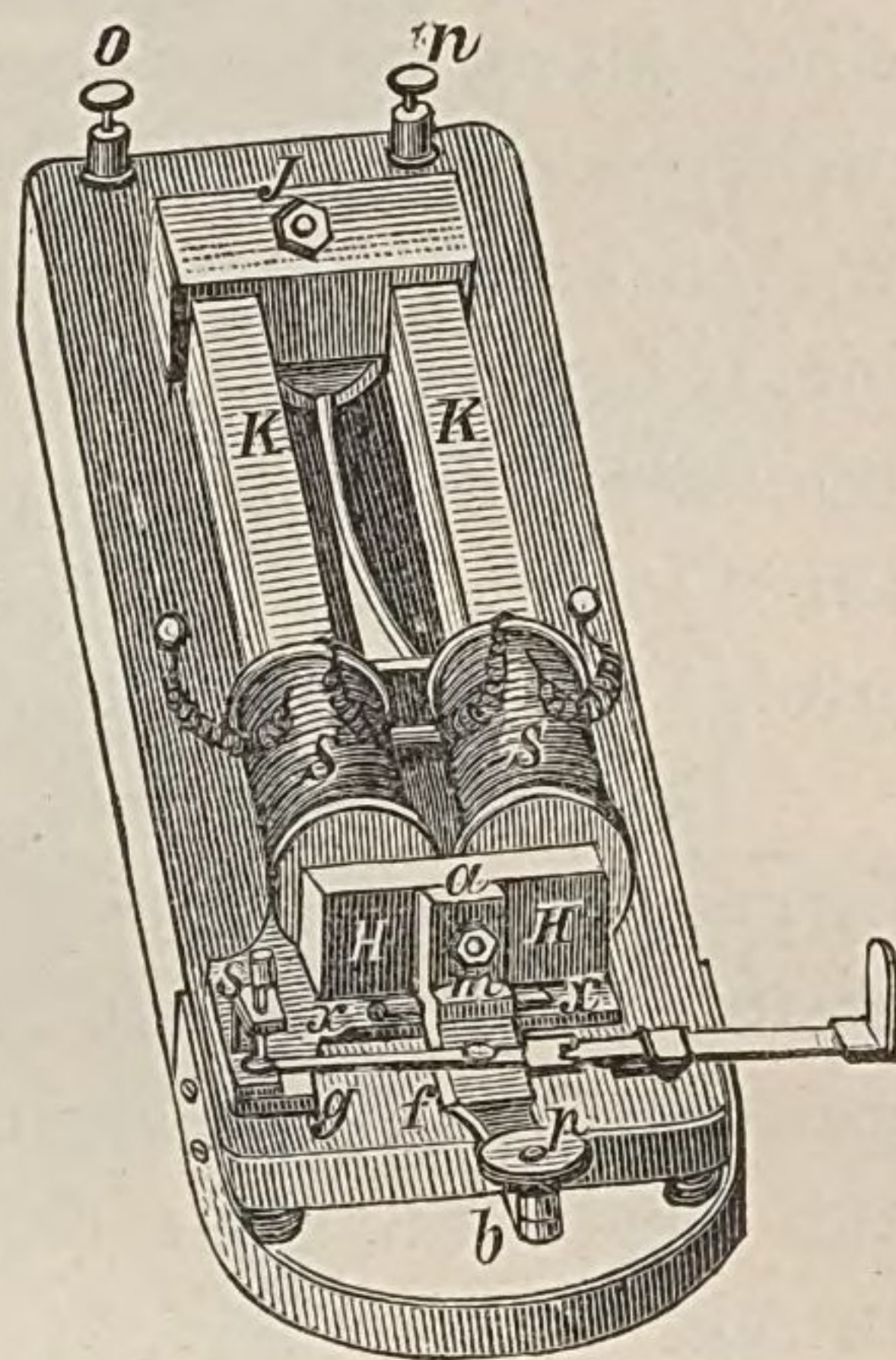
Derartige Markus'sche Inductions - Zündapparate würden sich auch für manche wissenschaftliche und Schulzwecke eignen, weil sich die einzelnen Secundärspulen sowohl auf Quantität wie auf Spannung schalten lassen und hierdurch der Apparat in verschiedener Weise gebraucht werden kann.

4. Magnet- und dynamo-elektrische Zünd-Apparate.

Ebenso wie durch das Schliessen und Oeffnen eines elektrischen Stromes in der Nähe eines metallischen Leiters wird auch durch das Annähern und Entfernen eines Magnets in dem benachbarten Leiter ein elektrischer Strom inducirt. Man nennt diese Art der Induction, zum Unterschiede von der in dem früheren Abschnitte erörterten Volta-Induction, die Magnet-Induction. Es kann diese Induction natürlich in gleicher Weise durch einen permanenten Stahlmagnet, sowie durch einen Elektromagnet aus weichem Eisen hervorgebracht werden.

Die magnet - elektrischen Zünd - Apparate unterscheiden sich von den dynamo-elektrischen dadurch, dass bei ersteren ein permanenter Magnet mit einer demselben ein- für allemal beigebrachten Magnetkraft die Inductionswirkung in dem Anker hervorbringt, während bei den dynamo-elektrischen Apparaten der wirkende Eisenkern erst durch mehrmalige Rotationen des Ankers kräftig magnetisch gemacht werden muss, um dann durch plötzliche Stromunterbrechung den Anker rückwirkend zu induciren. Die nähere Wirkungsweise werden wir bei Beschreibung der einzelnen Apparate angeben.

Fig. 37.



Einer der besten magnet-elektrischen Zünd-Apparate ist derjenige von Bréguet (Fig. 37). Derselbe

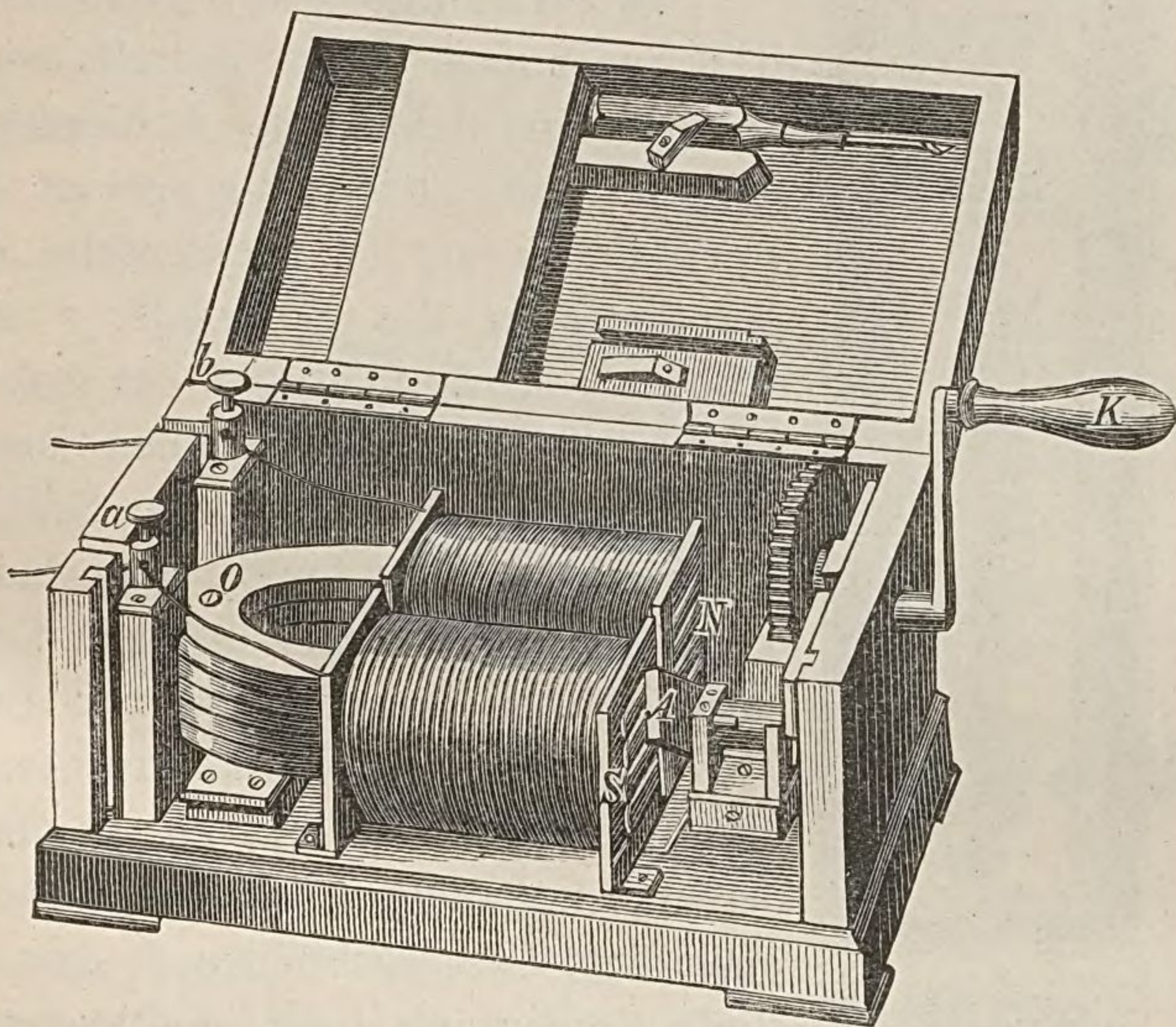
besteht aus einem permanenten stählernen Hufeisenmagnet $k J k$, dessen beide Polenden mit Drahtspulen $S S'$ umgeben sind. Für gewöhnlich liegt an den Eisenkernen der Anker $H H$ an. Derselbe ist um die Axe $x x$ drehbar und kann durch einen Schlag auf den Knopf p von dem Magnete abgerissen werden. In dem ersten Momente, wo auf den Knopf p gedrückt wird, bleibt die elastische Feder $f g$ mit der Contactschraube s noch in Berührung. Hierdurch wird erreicht, dass der durch eine theilweise Entfernung der Ankers in den Spulen $S S'$ inducirte Strom einen Moment lang durch die Drahtwindungen communiciren und auf die Pole des Magnets verstärkend einwirken kann. Erst wenn sich der Hebel $f b$ etwas weiter hinab bewegt hat, wird der Contact gelöst und es tritt nun der Inductionsstrom im Maximum seiner Stärke auf. Die Einschaltung der zur Zündleitung führenden Drähte erfolgt an den Klemmen o, p .

Bréguet's Apparat wird in verschiedenen Grössen hergestellt, wonach sich auch dessen Leistungsfähigkeit abstuft. Die kleinsten Apparate bringen nur einen, die grössten Modelle bis zu 12 Zünder in einer Strombahn zur Explosion. Das Gewicht eines mittleren Apparates beträgt 6 bis 8 Kg.

Ein anderer magnet-elektrischer Zünd-Apparat (Pyrothek), welcher namentlich in Frankreich angewendet wird, ist in Fig. 38 dargestellt. Ein grosser, aus mehreren Lamellen zusammengesetzter Stahlmagnet $S O N$ ist an seinen Polen ebenfalls mit Drahtspulen aus feinem, isolirtem Drahte umgeben. Der um eine Axe bewegliche Anker A kann vermittelt eines Getriebes mit Zahnrad in rasche Rotation versetzt werden. In Folge der Rotation

desselben entstehen in den zu einer einzigen Leitung zusammengekuppelten Spulendrähten während jeder ganzen Umdrehung zwei einander entgegengesetzte Inductionsströme. Die Intensität dieser Ströme ist am grössten, wenn der Anker senkrecht zu der Verbindungslinie der beiden Pole steht. Durch eine Unterbrechungsvorrichtung

Fig. 38.

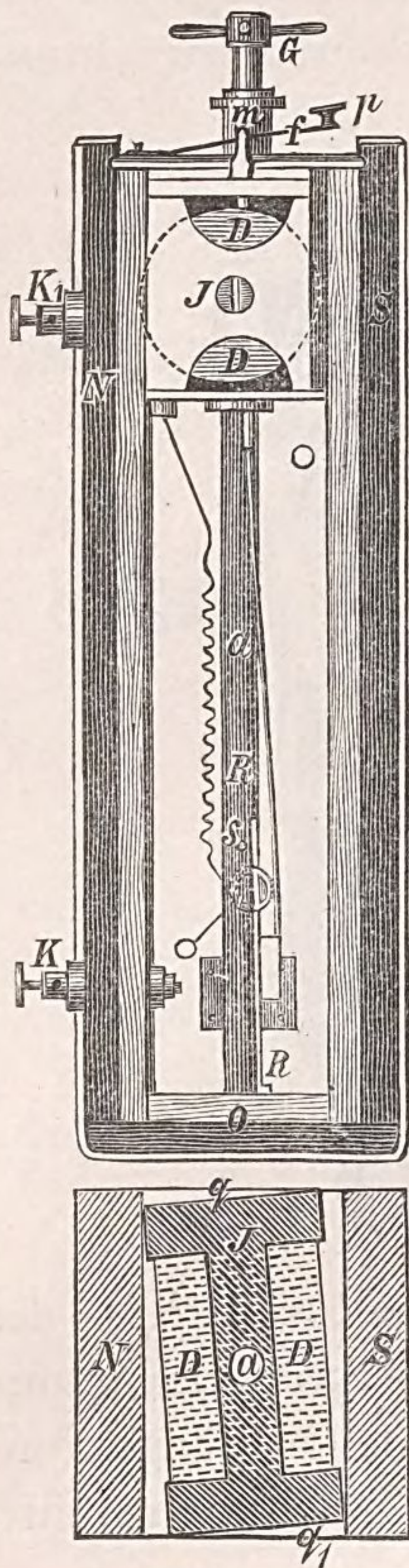


wird der vorerst in sich geschlossene Stromkreis der Inductorspule in dem Momente des Strommaximums unterbrochen und der hierbei entstehende Oeffnungsstrom zu den Schaltklemmen *a* und *b* in die Zündleitung geführt.

Der Zünd-Inductor von Markus in Wien besteht aus einem permanenten Stahlmagnet *N O S* (Fig. 39), welcher jedoch nicht, wie bei den oben beschriebenen

Apparaten, mit Drahtspulen umgeben ist, sondern eine solche Drahtspule DD zwischen den Polen N, S angebracht hat. Dieselbe ist auf einen T-förmigen Kern J

Fig. 39.



aus weichem Eisen aufgewunden. In der Ruhelage des Ankers berührt der eine Quersteg q_1 den Südpol des Magnets, der andere q den Nordpol.

Wenn nun mittelst des Griffes G der Anker nach rechts gedreht wird, so wird eine Schlagfeder R hierdurch gespannt und gleichzeitig springt ein Sperrstift m an der Aussenseite des Apparates in die Sperrfeder f ein, wodurch das Zurückgehen des Ankers verhindert wird. Durch einen Druck auf den Knopf p wird die Schlagfeder R ausgelöst und der Anker kehrt rasch in seine frühere Lage zurück, was Veranlassung zur Entstehung eines Inductionsstromes in der Drahtspule giebt. Ein Pendel I bewirkt die Unterbrechung des Stromes nach dem Zurückschnellen, so dass der Inductionsimpuls in die Schaltklemmen K, K_1 austreten kann.

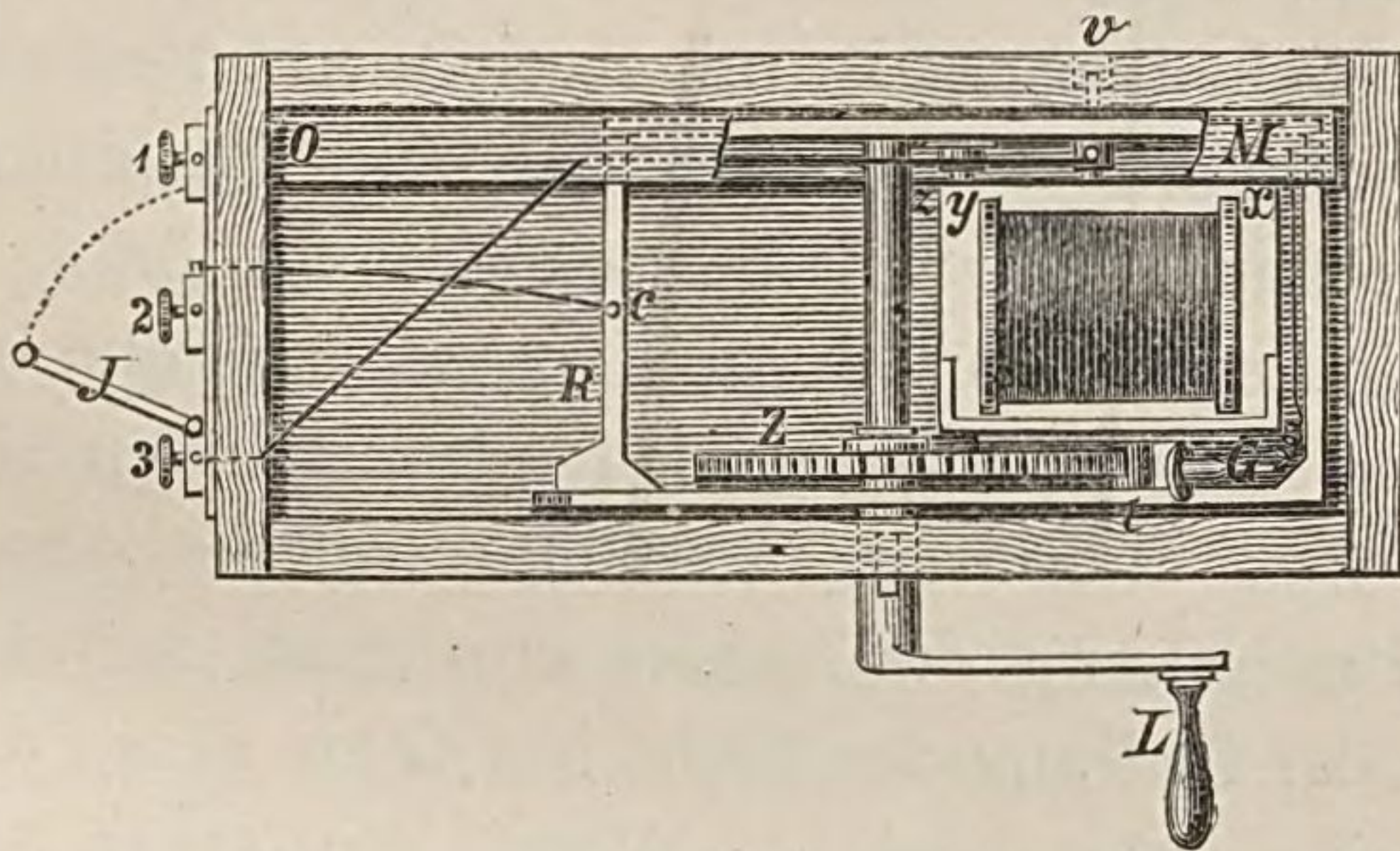
Markus hat ferner auch einen magnet-elektrischen Rotations-Apparat (Fig. 40) construiert. Derselbe enthält, ähnlich der französischen

Pyrothek, einen permanenten Stahlmagnet $W O N$, zwischen dessen beiden Polen ein Anker S aus weichem Schmiedeisen derart rotirt, dass seine magnetische Pola-

rität bei jeder halben Umdrehung gewechselt wird. Während aber bei der Pyrothek die Inductionsspirale um die Pole des Stahlmagnets gewunden ist und der Anker keine Windungen enthält, ist bei dem Markus'schen Apparate der Anker mit der Inductionsspule versehen und der Magnet selbst besitzt keine Drahtumwindungen.

Der Anker sammt der Inductionsspule ist in einem Axenlager beweglich und kann mittelst eines Zahnradgetriebes in rasche Rotation versetzt werden. Eine jede ganze Ankertour ruft in der Ankerspule zwei Inductions-

Fig. 40.



ströme von entgegengesetzter Richtung hervor, welche in den Augenblicken am schwächsten sind, wo die Ankerenden den Magnetpolen gerade gegenüberstehen und immer stärker werden, je näher die Ankerenden während der Rotation der Mittellage zwischen den Polen kommen. Das eine Drahtende der Inductionsspule steht durch den Anker und das Axenlager mit dem dasselbe tragenden Gestelle *R*, an welchem letzterem sich eine Polklemme 2 befindet, in Verbindung. Das andere Ende ist mit einem auf die Drehungsaxe des Ankers aufgesetzten Messingreifen, welcher jedoch von der Axe durch einen Ebonit-

ring isolirt ist, leitend verbunden. Die Oberfläche dieses Messingreifes wird während der Drehung beständig durch das freie Ende einer bei G festgehaltenen federnden Schiene gestreift. Das Schraubchen z , mit G in metallischer Berührung, hält zwei Metalldrähte $z\ 3$ und $z\ e$ fest, deren erster eine leitende Verbindung mit der Klemmschraube 3, der zweite aber mit einem in e festgehaltenen und am freien Ende ein Messingrädchen tragenden elastischen Metallarm G herstellt.

Das Messingrädchen wird durch den Arm G beständig an die Oberfläche einer kreisförmigen Messingscheibe angedrückt, welche auf der Axe ν festgekeilt ist. Die von G gestreifte Scheibenseite ist mit zwei Quadranten von Ebonit belegt, während die beiden anderen Quadranten dem Messingkörper der Scheibe selbst angehören, mit der Axe ν , und somit auch durch den Anker hindurch mit dem Ende der Inductionsspirale leitend verbunden sind.

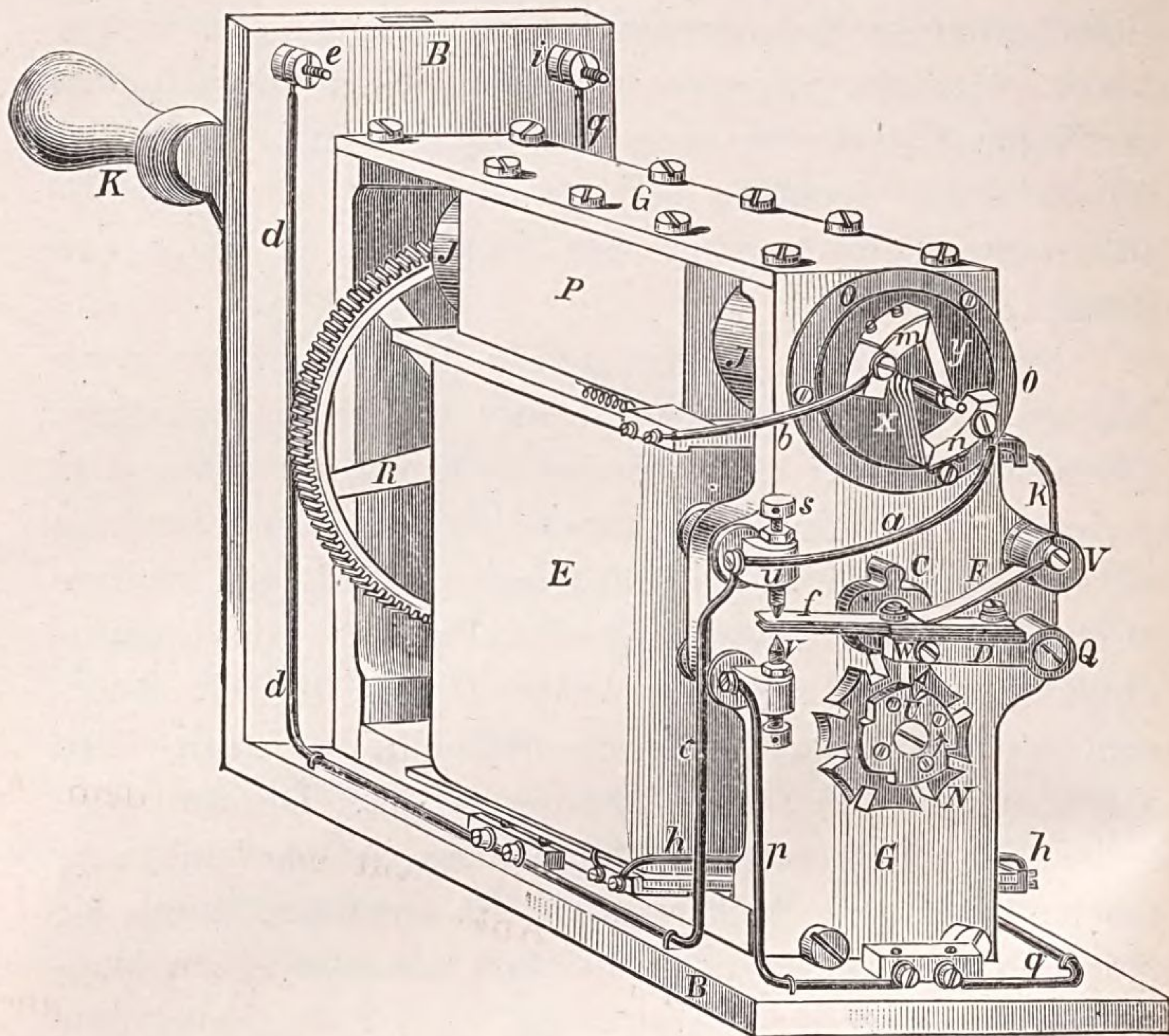
Die zwei alternirenden Ströme, welche während jeder halben Umdrehung des Ankers entstehen, verfolgen nun, je nach der Stellung des Rädchens G zu dem Quadranten der Scheibe, verschiedene Wege. So lange das Rädchen einen Messingquadrant berührt, findet der inducirte Strom kurzen Schluss im Anker selbst. Wenn dagegen ein Ebonitquadrant in Berührung steht, was immer dann geschieht, wenn der inducirte Strom sein Maximum erreicht, so ist der kurze Schluss aufgehoben und der in Folge dieser Stromunterbrechung in der Spule auftretende starke „Oeffnungs-Extrastrom“ geht durch die Drähte $c\ 2$ und $z\ 3$ zu den Schaltklemmen 2 und 3, wo die Zündleitung eingeschaltet werden kann.

Der eben betrachtete Apparat, sowie die französische Pyrothek liefern alternirende Inductionsströme, so lange der Anker in Rotation erhalten wird, während der Bréguet'sche und der Markus'sche Zünd-Inductor nur Einen momentanen Inductionsimpuls erzeugen. Bei den im Nachstehenden erörterten dynamo-elektrischen Zünd-Apparaten werden hingegen während der Dauer der Rotation gleichgerichtete Inductionsströme hervorgebracht, welche durch plötzliche Stromunterbrechung einen momentanen Oeffnungs-Extrastrom erzeugen. Es sind zwei Constructionen dieser letzteren Art zu nennen: der dynamo-elektrische Zünd-Apparat von Siemens und jener von Bürgin.

Der Apparat von Siemens (Fig. 41) besteht aus einem grossen hufeisenförmigen Magnet EP aus weichem Eisen, welcher bei nicht bewegtem Anker einen nur ganz geringen Grad von Magnetismus besitzt. Der Eisenkern ist auf seinen beiden Schenkeln mit vielen Lagen isolirten Drahtes umwickelt. Vor den breiten Polflächen des Elektromagnets bewegt sich ein Anker J von doppelt T-förmigem Querschnitt, welcher ebenfalls eine Spule mit vielen Windungen eines feinen Drahtes enthält. Durch mehrfache Zahnradübersetzung kann dem Anker eine sehr rasche Rotation ertheilt werden. Es entstehen durch die Rotation des Ankers unter Einfluss des schwachen Magnets bei jedesmaliger Umdrehung zwei Inductionsströme von entgegengesetzter Richtung, welche aber durch den Commutator $m n$ jeweilig so geschaltet werden, dass sie aus den Punkten m und n in gleicher Richtung austreten und die Drahtwindungen des Elektromagnets durchfliessen. Hierdurch nimmt der Magnetismus desselben zu und erzeugt bei der nächsten Rotation des Ankers stär-

kere Ströme in demselben, welche neuerdings in die Drahtwindungen des Elektromagnets fließen und eine abermalige Steigerung der Magnetkraft hervorrufen. Dieser Vorgang wiederholt sich so oft, bis ein Sperrwerk *C U* eine andere Schaltung der Inductionsspulen automatisch herbeiführt.

Fig. 41.



Die in den Stromkreis geschaltete federnde Spange *f* liegt nämlich mit ihrem freien Ende so lange an der Contactspitze *u* an, als der sie stützende Zahn *W* über eine Erhöhung der gezahnten und ebenfalls rotirenden Scheibe *U* hingeleitet. Nach einer bestimmten Zahl von Touren der Kurbel *K* wird jedoch der Zahn durch eine

Feder F in eine Vertiefung der Scheibe hinabgedrückt. Die Spange f entfernt sich in Folge dessen von dem Contacte u , während gleichzeitig dieselbe Spange mit einer zweiten Contactspitze V' in Berührung kommt. Das eine Ende der Inductionsspirale ist nun durch V' mit der Schaltklemme i , das andere durch u mit der Klemme e leitend verbunden. Im Momente der Trennung von f und u kann somit der durch diese Unterbrechung auftretende Oeffnungs-Extrastrom durch die Klemmen i und e in die Zündleitung eintreten.

Derartige Zünd-Apparate sind bei der Genietruppe in Deutschland in Gebrauch. Mit einem Apparate können gleichzeitig etwa sieben der eingangs beschriebenen Brückenzünder activirt werden.

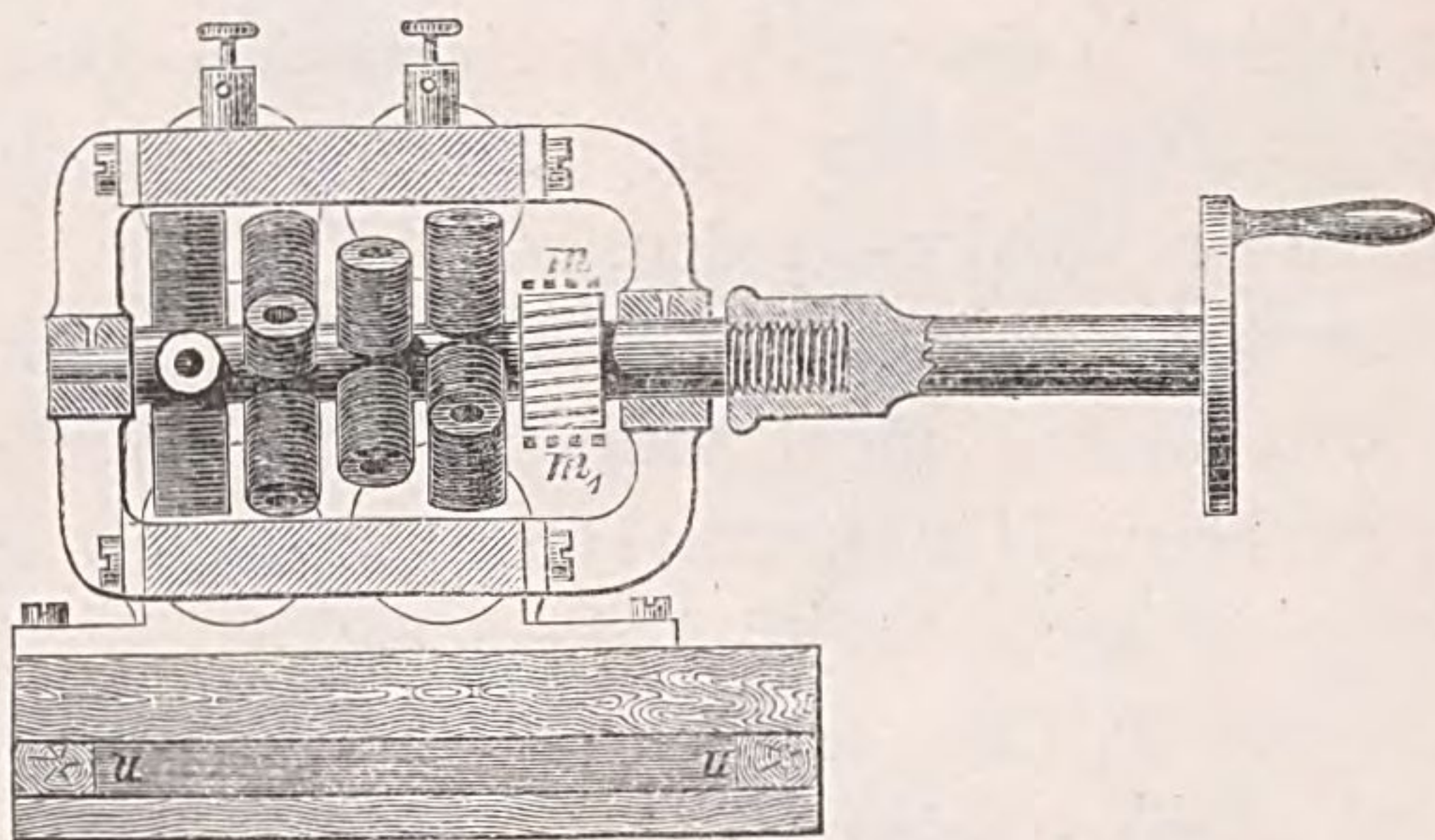
Ueber den Bürgin'schen Zünd-Apparat, den wir aus eigener Anschauung nicht kennen, entnehmen wir dem Berichte des Herrn Hauptmann Hess¹⁾ über die „elektrische Ausstellung in Paris 1881“ Folgendes:

„Um das Princip der Bürgin'schen Construction zu entwickeln, denken wir uns vorerst zwei umspulte, cylindrische Anker b, b_1 (Fig. 42) aus weichem Eisen um eine mit denselben verbundene Eisenaxe zwischen den Polen eines permanenten oder Elektromagnets $N S$ rotirend. Während der Bewegung des einen der Ankerpole von N zu S wird in der Spule des einen Ankers ein Strom von bestimmter Richtung inducirt; während der zweiten halben Kreistour, als derselbe Ankerpol sich von S zu N bewegt, circulirt in der Ankerspule ein dem ersten Strome entgegengesetzt gerichteter Inductionstrom.

¹⁾ Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens, herausgegeben vom k. k. techn.-adm. Militär-Comité in Wien, 1882.

Denken wir uns ferner, um dieselbe Axe drehbar, zwischen den entsprechend verbreiterten Polen ein zweites Paar umspulter Anker $b_2 b_2$, ein drittes $b_3 b_3$ u. s. w. hintereinander, jedes Ankerpaar aber gegen das vor ihm stehende um $\frac{1}{16}$ des Kreisumfanges verstellt (in Fig. 42 sind vier Ankerspulen angedeutet), so ist klar, dass in allen Ankerspulen rechts von der Linie NS in jedem Augenblicke der gemeinsamen Drehung des Systems Ströme eines und desselben Sinnes, in allen Spulen

Fig. 42.



links von $N S$ aber Ströme entgegengesetzten Sinnes circuliren.

Ist nun das Ende einer Ankerspule immer mit dem Anfange der ihr zunächst im Systeme folgenden leitend verbunden, und ist jede der betreffenden Verbindungsstellen (in Summa 16) mit je einer von 16 längs der Mantellinie der Umdrehungswelle des Systems gelagerten, untereinander isolirten Kupfer- oder Messingschienen in leitende Verbindung gebracht, sowie dies ähnlich bei den Spulen-Elementen des Gramme'schen Inductionsringes der Fall ist, so kann man durch Anlegen zweier federnder metallischer Conductoren m und m_1 an zwei diametral

entgegengesetzten Stellen des Wellenumfanges die beiden verschiedenen Systeme von Inductionsströmen einem Schliessungsbogen zuführen, in welchem sie — indem sie zum Ausgleich gelangen — irgend eine elektrische Arbeit verrichten können. Bei den Contactfedern m und m_1 , welche die Umdrehungswelle des Ankersystems immer tangiren müssen, strömt also während der Drehung $+$, beziehungsweise $-$, galvanischer Strom in ganz analoger Weise wie bei den Contactbürsten der Gramme'schen Maschine aus.

Der Unterschied zwischen der Gramme'schen und Bürkin'schen Anordnung ist nur der, dass bei der ersteren alle elementaren Ankerspulen tangentiell zum Bewegungskreise, bei der letzteren aber radial zu dessen Umfang gestellt sind. Während demnach der Stromwechsel bei den Spulen erster Art in der Aequatoriallinie stattfindet, erfolgt er bei jenen des Bürkin'schen Systems nach der Linie der Drehungsachsen selber. Der Vorthail der Bürkin'schen Anordnung besteht aber darin, dass bei derselben die Eisenkerne der Anker in die unmittelbare Nähe der erregenden Magnetpole gebracht, also viel stärker inducirt werden können als bei der Gramme'schen Einrichtung, wo diese Kerne (zusammen den Eisenring des Gramme'schen Inductors bildend) durch die Spulenlagen von den Polen getrennt sind.

Der aus den Contactfedern hervorgehende Strom wird nun bei dem Bürkin'schen Apparate zunächst — in Anwendung des Siemens'schen dynamo-elektrischen Principis — dazu verwendet, den erregenden Elektromagnet, durch dessen Spulenwindungen er geführt wird, selbst zu kräftigen und sich so — allerdings auf Kosten der die Rotation bewirkenden mechanischen Arbeit —

bis zu einem gewissen Maximum indirect zu verstärken. Der Effect wird bei Bürkin's Maschine noch dadurch potencirt, dass die Ankerstäbe hohl und je nach einer Mantellinie durchschnitten sind, so dass sie ihren magnetischen Zustand weit leichter als massive Stäbe zu wechseln vermögen.

Der aus Bürkin's Maschine hervorgehende Strom kann nun entweder wie ein galvanischer Strom zum Zünden von Glühzündern verwendet oder er kann, verstärkt durch einen im Boden des Apparates gelagerten Plattencondensator *u u* und in ähnlicher Weise wie der Strom in Siemens' dynamo-elektrischem Zünd-Apparate unterbrochen, als Extrastrom in die Zündleitung geschickt und dort zur Activirung von Inductionszündern (Spaltzündern) gebraucht werden.

Der Unterschied zwischen der Art der Unterbrechung des im Apparate mit kurzem Schlusse circulirenden Stromes bei den Zündmaschinen von Bürkin und von Siemens ist der folgende: Bei dem Apparate von Siemens wird nach einer bestimmten Anzahl von Kurbelumdrehungen, welche sich einer Nuss mittheilen, eine Schlagfeder ausgelöst, welche durch raschen Contactwechsel die kurze Strombahn unterbricht und den entstehenden Extrastrom in die Zündleitung führt; die Stromunterbrechung geschieht also ohne directe Rücksichtnahme auf die wirkliche Stärke, welche der Strom im Momente der Unterbrechung hat. Bei Bürkin's Apparat hingegen zieht der Elektromagnet, sobald der — auch ihn umkreisende — Strom stark genug geworden, um mit Sicherheit zu zünden, einen ausserhalb des rotirenden Systems liegenden schmiedeisernen Anker an; diese Bewegung setzt erst den Interruptor in

Action, welcher dann dieselbe Function hat, wie Siemens' Interruptor, nämlich jene, den kurzen Schluss des im Apparate erzeugten Stromes zu unterbrechen und den Extrastrom zu den Schaltklemmen und hinaus zum Zünder zu führen.

Man erkennt den Werth dieser Entladungsmethode sofort, wenn man bedenkt, wie bei Siemens' Zünd-Apparat ein langsames Drehen der Kurbel, wenn es auch eine nennenswerthe Stromverdichtung nicht bewirken kann, die Entladung des Apparates doch automatisch bewirkt, selbst wenn der Hauptstrom noch nicht hinreichend gekräftigt wäre; bei Bürgin's Apparat hingegen kann die Entladung jedenfalls nur dann erfolgen, wenn der Apparat zündfähig geworden ist. Bei dem Siemens'schen Zünd-Apparate ist es nothwendig, rasch zu drehen, ja die Sicherheit seiner Function ist gewiss mit davon abhängig, dass eine gewisse Rotationsgeschwindigkeit überhaupt gegeben wird. Bei dem Bürgin'schen Apparate soll zwar gleichfalls rasch gedreht werden, um bald zu zünden, aber die Sicherheit der Zündung ist von dem Tempo der Rotation gewiss unabhängig."

Was die Beurtheilung der magnet- und dynamo-elektrischen Zünd-Apparate im Allgemeinen anbelangt, so ist als Vorthail derselben zu nennen die präzise, von Witterungsverhältnissen und sonstigen äusseren Einflüssen unabhängige Functionirung; ferner der Umstand, dass dieselben jederzeit ohne besondere Herrichtung zur Benutzung verwendbar sind, wobei mittelst der Magnet-Inductoren sogar Momentanzündung bewirkt werden kann.

Als wesentlicher Nachtheil muss dagegen die relativ äusserst geringe Zündwirkung im Verhältniss zu dem

Gewichte der Apparate bezeichnet werden und die Nothwendigkeit, höchst empfindliche Zünder anwenden zu müssen, um überhaupt mehrere Minen in einem Feuer zu zünden.

Die magnet- und dynamo-elektrischen Zünd-Apparate stehen daher den reibungselektrischen und Volta-Inductions-Apparaten weit nach und können in keiner Richtung mit denselben concurriren, wenn man Zündwirkung und Transportabilität als Massstab für die Beurtheilung aufstellt. Es kann wohl mit Recht behauptet werden, dass gute reibungselektrische Zünd-Apparate bei gleichem Gewichte des Apparates nahezu das Dreissigfache leisten, wie magnet- oder dynamo-elektrische Zündmaschinen, und auch 'das Verhältniss der ersteren zu Volta-Inductoren dürfte sich nicht viel günstiger stellen.

5. Galvanische Zündbatterien.

Wenn es sich darum handelt, eine Reihe von Sprengladungen eine lange Zeit hindurch, etwa während mehreren Tagen oder Wochen, derart zur Activirung bereit zu halten, dass die Entzündung derselben in jeder beliebigen Secunde, und zwar auch automatisch, durch den an die Mine anrennenden Feind geschehen soll, so sind für diesen Zweck die galvanischen Zündbatterien jeder anderen Zündmethode vorzuziehen. Ebenso wenn die Entzündung in einem genau gegebenen, ganz kurzen Zeitmomente bewirkt werden muss.

Der erstere Fall kommt vor bei der Sperrung eines Hafens durch eine Kette von elektrischen Contact- oder Beobachtungs-Minen, bei der Sperrung von Gebirgspässen und Défiléen durch elektrische Tritt-Torpedos und bei

Vertheidigung einer cernirten Festung durch Minen. Hier muss die Entzündung genau in jenem Momente erfolgen, wo sich der Feind oder das feindliche Schiff oberhalb der Mine befinden. Bei den Contactminen und Tritt-Torpedos ist überdies eine automatische Einleitung der Entzündung erforderlich, unabhängig davon, ob in dem gegebenen Momente die Mine von dem Vertheidiger beobachtet wird oder nicht. Dieser Zweck wird am bequemsten und sichersten durch eine lange Zeit wirkungsfähig bleibende galvanische Batterie erreicht. Unter den gegenwärtig bekannten galvanischen Elementen ist es hauptsächlich das Leclanché'sche Element, welches hierfür entspricht. Die einmalige Füllung eines solchen Elementes genügt, um dasselbe ohne weitere Wartung und Beaufsichtigung auf eine Dauer von circa acht Monaten bis ein Jahr wirkungsfähig zu erhalten.

Ebenso eignen sich diese Elemente, um die Geschütze der Breitseite eines Schiffes gleichzeitig abfeuern zu können. Bei hohem Seegange, welcher ein starkes Schwanken der Schiffe bewirkt, ist nämlich immer nur ein ganz kurzer, periodisch wiederkehrender Moment zur Abfeuerung der Geschütze gegeben, wenn die entsendeten Projectile ihre Bahn in der gewünschten Richtung nehmen sollen. Zünd-Apparate, bei welchen zwischen dem Commandoruf „Feuer!“ und der wirklichen Entzündung der Pulverladung auch nur eine Zeit von wenigen Secunden vergeht, sind daher für diesen Zweck weniger geeignet, als galvanische Zündbatterien, welche momentan wirken.

Der Vortheil der galvanischen Zündbatterien besteht somit darin, dass sie automatisch zünden können und aus diesem Grunde für alle Arten von Contactminen empfehlenswerth erscheinen, und ferner, dass die Ent-

zündung absolut momentan, ohne vorherige Ladung oder sonstige Vorbereitung des Apparates, erfolgen kann.

Diesen Vortheilen steht aber eine ganze Reihe von Uebelständen entgegen, welche die Anwendung der galvanischen Zündmethode für Zwecke der mobilen Armee ungeeignet erscheinen lassen. Zunächst müssen die Zündbatterien sehr voluminös und aus vielen Elementen zusammengesetzt sein, wenn man beabsichtigt, mehrere Zündpunkte gleichzeitig zu zünden. Etwa 10 bis 12 Zündpunkte dürften das Maximum sein, welches mit einer noch halbwegs handsamen Zündbatterie gleichzeitig activirt werden kann. Wollte man über diese Zahl hinausgehen, so würden die Zündbatterien sehr unbequeme Dimensionen erhalten müssen. Für mobile Zwecke wird man ferner solche Elemente vorziehen, welche bei kleinen Ausmassen möglichst intensive elektrische Ströme erzeugen. Dies erfordert aber wieder die Anwendung von ätzenden Säuren, wie Schwefelsäure, Chromsäure, Salpetersäure etc., welche die Hantirung mit den Batterien äusserst unangenehm machen. Ferner müssen bei der galvanischen Zündung alle vorkommenden Drahtverbindungen mit grösster Sorgfalt hergestellt werden. Ein Abstand zweier Drahtenden um $\frac{1}{4}$ Mm., wie er an Bruchstellen von Guttaperchadrähten häufig vorkommt, ist genügend, um eine Zündung mit dem galvanischen Strome unmöglich zu machen, während der gleiche Fehler für Zündungen mit hochgespannter Elektrizität belanglos ist. Schliesslich, und das ist wohl der grösste Uebelstand, bedürfen die galvanischen Zündbatterien einer stetigen Reinigung, Amalgamirung, Ersetzung der abgenutzten Bestandtheile etc., abgesehen natürlich von Elementen nach Art der Leclanché'schen, welche letztere sich aber wieder ihres

grossen Volums und Gewichtes wegen nicht für den Transport eignen.

In Anbetracht dieser Umstände werden daher galvanische Zündbatterien nur in stabilen Plätzen für Contactminen und auf Kriegsschiffen mit Vortheil angewendet, wo Gewicht und Volumen nicht in Betracht kommen, während man für mobile Verwendung zweckmässiger sich eines der in den früheren Abschnitten beschriebenen Apparates bedienen wird.

Da die galvanischen Batterien das älteste für elektrische Zündung in der Praxis verwendete Mittel zur Stromerzeugung sind, so giebt es eine ganz bedeutende Zahl von sogenannten Zündbatterien, und fast jede Art von Elementen wurde hierzu verwendet.

Als die grossartigste Anwendung, welche überhaupt jemals von galvanischen Elementen für Zündzwecke gemacht wurde, wollen wir erwähnen, dass bei der Sprengung des Hellgatefelsens bei dem Hafen von New-York durch J. Striedinger und A. Dörflinger gleichzeitig 3680 galvanische Glühzünder in einem Feuer gezündet wurden. Die Zünder wurden in 23 Abtheilungen von je 160 Zündern geschaltet und mit Hilfe von 23 starken Batterien, deren jede 8 Zweigströme zu je 20 Zündern entsendete, zur Detonation gebracht. Jede Batterie bestand hierbei aus 40 Chromsäure-Elementen; somit war ein Aufwand von 920 Elementen nöthig.

Die Sprengung gelang vollkommen, und liefert dies den Beweis, dass auch mit galvanischen Elementen gewaltige Zündeffecte erzielt werden können, nur erfordert es allerdings auch ganz enorme Mittel.

Wenn man erwägt, dass vier grosse Rhumkorff-Inductoren, welche durch 20 Chromsäure-Elemente ge-

speist werden, reichlich denselben Zündeffect liefern, wie die 920 Elemente mit einfachem Strome, so illustriert dieser Vergleich wohl deutlich den Vortheil, den hochgespannte Elektrizität für Zündzwecke bietet, wenn es sich darum handelt, den Zünd-Apparat mobil zu machen.

Als Curiosum wollen wir noch einen Versuch erwähnen, der nach Legung des ersten unterseeischen Kabels von Frankreich nach England durch den Canal la Manche ausgeführt wurde. An dem einen Ende des Kabels an der englischen Küste wurde nämlich eine Kanone mit Glühzünder aufgestellt, während auf der französischen Seite eine Zündbatterie aus Daniell'schen Elementen postirt war und successive so viele Elemente eingeschaltet wurden, bis das Geschütz zur Abfeuerung gebracht werden konnte.

Es ergab sich, dass hierzu 240 Elemente nothwendig waren. Dieser Versuch, welcher wohl nicht viel praktisches Interesse bietet, demonstriert jedoch in sehr anschaulicher Weise, dass die Zündung mit galvanischen Elementen mit bedeutenden Schwierigkeiten verbunden ist, wenn die Zündleitung von der Batterie zu dem Zünder sehr lang ist.

In der Praxis wird man daher die Zündbatterien weder für sehr viele gleichzeitig zu entzündende Minen noch für lange Leitungen in Anwendung bringen.

Eines der ältesten für elektrische Zündung verwendeten Elemente ist Hare's Calorimotor. Zwei grosse Zink- und Kupferplatten aus dünnem Blech werden spiralförmig zusammengerollt, wobei durch Zwischenlagen von Holzstäbchen eine directe Berührung der beiden Metallplatten vermieden wird. Die beiden Platten sind an

einem Holzgestelle befestigt und mit Polschrauben zum Einschalten der Leitungsdrähte versehen.

Beim Einsenken der Bleche in ein entsprechendes, mit verdünnter Schwefelsäure gefülltes Gefäß entwickelt sich ein kräftiger Strom, welcher jedoch nicht von langer Dauer ist, da das Element durch Polarisation rasch abnimmt. Wenn mit dem Elemente mehrere Zünder gleichzeitig gezündet werden sollen, so müssen dieselben in Parallelschaltung (der Ausdruck „Parallelschaltung“ wird im folgenden Abschnitte erklärt) angeordnet sein; auch eignet sich das Element nur für ganz kurze Zündleitungen.

Aus denselben Metallen, nämlich Kupfer und Zink als Elektroden, besteht auch eine preussische Zündbatterie, nur sind hier die einzelnen Platten ganz klein (12 Quadrat-Cm.), dafür werden aber viele Plattenpaare hintereinander geschaltet. In einem quadratischen Holzkasten von 25 Cm. Länge und Breite und 8 Cm. Höhe befindet sich ein Hartgummitrog mit 36 Zellen, welche mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt werden. Oberhalb dieser Zellen sind 36 Paare von Kupfer-Zink-Platten auf einem Brett derart montirt, dass immer die Kupferplatte des einen Elementes mit der Zinkplatte des nächsten Elementes verbunden ist, während die erste Zink- und die letzte Kupferplatte mit Polklemmen versehen sind. Das Brett mit den Platten ist in vier Führungstiften auf und ab beweglich, so dass die Platten in die Flüssigkeit eingetaucht werden können. Metallene Spiralfedern, welche auf die Führungstifte aufgeschoben sind, heben die Platten sofort aus der Flüssigkeit heraus, wenn man keinen Druck auf das Brett ausübt.

Mit dieser Batterie können mehrere Zünder in einem einzigen Stromkreise und auch auf grössere Entfernung gezündet werden; bezüglich der raschen Stromabnahme gilt jedoch dasselbe, wie von Hare's Calorimotor.

Eine andere, mitunter zu Zündungen in stabilen Plätzen verwendete Batterie besteht aus Smee'schen Elementen. Die Elektroden sind hier zwei Zinkplatten, zwischen welchen eine davon isolirte Silberplatte angebracht ist. Um der Silberplatte eine gewisse Festigkeit und Steifheit zu geben, ohne hierzu dicke Silberbleche anwenden zu müssen, was die Batterie natürlich ausserordentlich vertheuern würde, wird das sehr dünne Silberblech gefalzt und an seinem oberen Theile auf einen verzinkten Eisenblechstreifen aufgelöthet. Im Uebrigen ist die Schaltung und Befestigungsweise der Plattenpaare analog wie bei der preussischen Zündbatterie. Die Anzahl der Plattenpaare richtet sich nach dem jeweiligen Zwecke. Als Flüssigkeit dient ebenfalls verdünnte Schwefelsäure.

Die Stromstärke dieser Batterie ist die gleiche, wie bei der Zink-Kupfer-Batterie, jedoch ist der Strom bedeutend constanter.

Einen etwas schwächeren, jedoch sehr lange constanten Strom liefern die Baron Ebner'schen Elemente für Zündung von elektrischen Contactminen.

Grosse Glasylinder, welche an ihrem oberen Rande abgeschliffen und mit einem aufgeschliffenen Deckel aus Spiegelglas versehen sind, enthalten eine amalgamirte Zinkplatte und zwei auf beiden Seiten derselben angebrachte dünne Bleiplatten. Die letzteren sind auf galvano-

plastischem Wege mit einem porösen Ueberzuge von Platin versehen; an der Zinkplatte ist unten ein Glas-trog angeschraubt, welcher mit Quecksilber gefüllt ist, um die Zinkplatte stets in gut amalgamirtem Zustande zu erhalten. Zur Befestigung der Metallplatten ist das Deckelglas mehrfach durchbohrt und sind diese Durch-bohrungen, durch welche die Befestigungsschrauben der Metallplatten hindurchgehen, gut abgedichtet. Das Abdich-ten, sowie das Aufschleifen der Deckplatte hat den Zweck, die Abdunstung der Füllflüssigkeit (verdünnte Schwefel-säure) zu verhindern. Die Länge der Metallplatten be-trägt etwas weniger als zwei Drittel der Länge des Glas-cylinders, wodurch relativ sehr viel Flüssigkeit in die Elemente eingefüllt werden kann, was zu deren Con-stanz wesentlich beiträgt. Natürlich sind dieselben auch ziemlich voluminös und daher nur für stabile Verwen-dung geeignet.

Wie schon erwähnt, eignen sich für transportable Zündbatterien kräftige Elemente mit hoher elektromoto-rischer Kraft besser, als schwache Elemente, weil erstere bei geringerer Anzahl und kleineren Dimensionen immer-hin noch starke Ströme liefern. Ein solches Element mit hoher elektromotorischer Kraft ist das Bunsen'sche. Das-selbe besteht aus einem Glasgefäße, in welchem ein Cylinder aus starkem Zinkblech eingesetzt und in ver-dünnte Schwefelsäure getaucht ist. Innerhalb des Zink-cylinders befindet sich eine mit concentrirter rother rauchender Salpetersäure gefüllte Thonzelle, in welcher eine Platte aus Retortenkohle die zweite Elektrode bildet.

Um die Anwendung des gebrechlichen Glasgefäßes zu vermeiden, wurde von Ingenieur Frischen die Zink-

Elektrode selbst in Form eines Gefäßes hergestellt, in welches die Thonzelle mit der Kohle eingesetzt und der Zwischenraum zwischen Thonzelle und Zinkwand mit verdünnter Schwefelsäure angefüllt wird. Das Zinkgefäß wird an seinen Innenwänden amalgamirt und bildet somit die Erregungsplatte. Es ist jedoch bei dieser Construction des Elementes zu befürchten, dass das Zinkgefäß durch die Einwirkung der Säure sehr bald durchlöchert und unbrauchbar wird. Diese Art von Zündelementen haben daher für militärische Zwecke nur wenig Anwendung gefunden.

Ebenfalls sehr kräftige Elemente werden erhalten bei Benutzung von Zink- und Kohlenplatten als Elektroden und einer Füllflüssigkeit aus gelöstem doppelt-chromsauren Kali und concentrirter Schwefelsäure. Derartige „Chromsäure-Elemente“ sind bei der französischen Genietruppe in Gebrauch. Nebestehende Fig. 43 stellt eine für stabile Zwecke eingerichtete Tauchbatterie dar. Auf einem Brette sind zwölf Zinkcylinder und zwölf Kohlenstäbe derart befestigt, dass die Kohlenstäbe sich stets je innerhalb eines Zinkcylinders befinden, jedoch von diesem isolirt und mit dem nächsten Cylinder leitend verbunden sind.

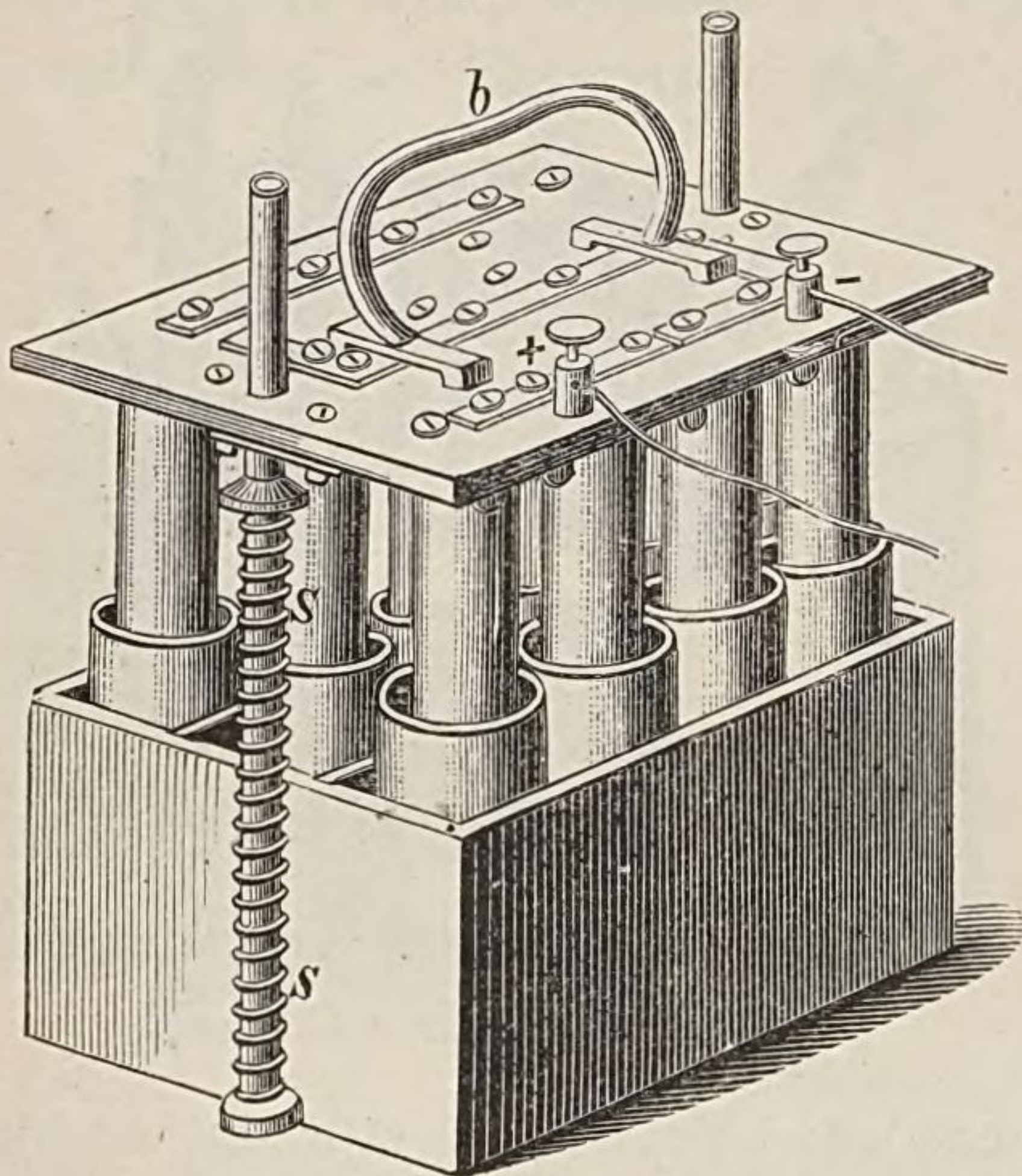
Längs der Führungsstangen *SS* können sämtliche Elemente gleichzeitig in die unterstehenden, mit Chromsäurelösung gefüllten Gefäße getaucht werden, wodurch ein kräftiger elektrischer Strom hervorgebracht wird. In die mit $+$ und $-$ bezeichneten Klemmschrauben werden die zur Mine führenden Leitungsdrähte eingeschaltet. Die um die Stangen *S* gewundenen Spiralfedern heben die

Elemente aus der Flüssigkeit empor, sobald kein Druck auf die obere Platte ausgeübt wird.

Je nach der Grösse der Elemente können verschieden viele Zünder gleichzeitig zur Explosion gebracht werden.

Für den Feldgebrauch bei der französischen Genietruppe wurde dieser Batterie eine andere Form gegeben.

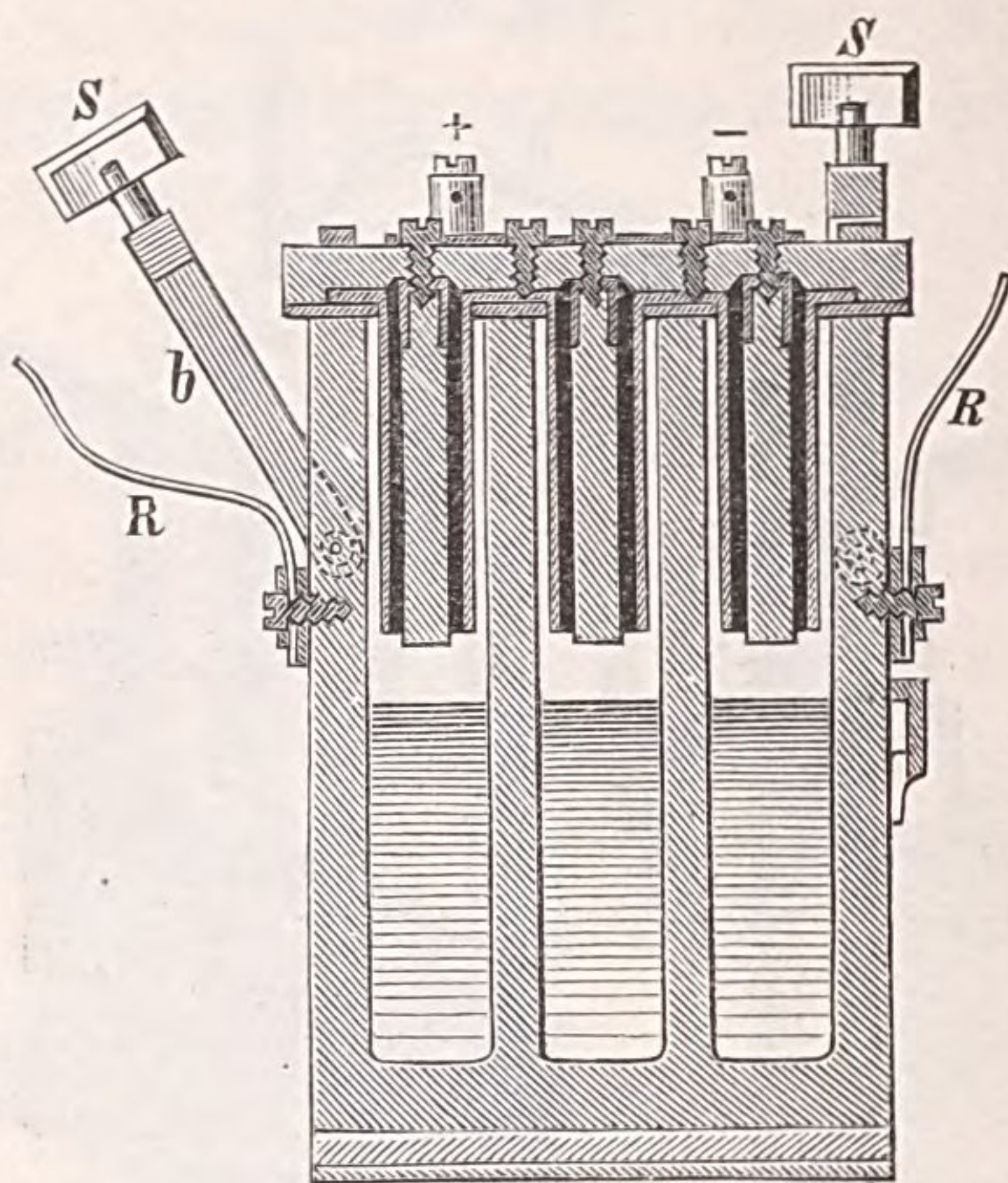
Fig. 43.



An dem Deckel eines allseitig abgedichteten Kastens aus Hartgummi sind hier (Fig. 44) die Elektrodenplatten innen angebracht und denselben circa die halbe Länge des Kastens gegeben. Durch die drehbaren Bügel *b* und die Klemmschrauben *S* kann der Deckel auf den oberen Rand des Kastens fest aufgepresst werden, wobei eine Zwischenlage von vulkanisirtem Kautschuk einen wasserdichten Abschluss bewirkt. Der Kasten wird nur bis zur Hälfte mit Chromsäurelösung gefüllt, so dass

die Elektrodenplatten bei aufrechter Stellung desselben nicht in die Flüssigkeit tauchen. Es hat dies den Vortheil, dass die Batterie längere Zeit kräftig bleibt, während sich anderenfalls die Flüssigkeit in vollgefülltem Zustande durch Auflösen der Zinkplatten sehr bald erschöpfen würde. Um die Batterie zu activiren, genügt es, dieselbe

Fig. 44.



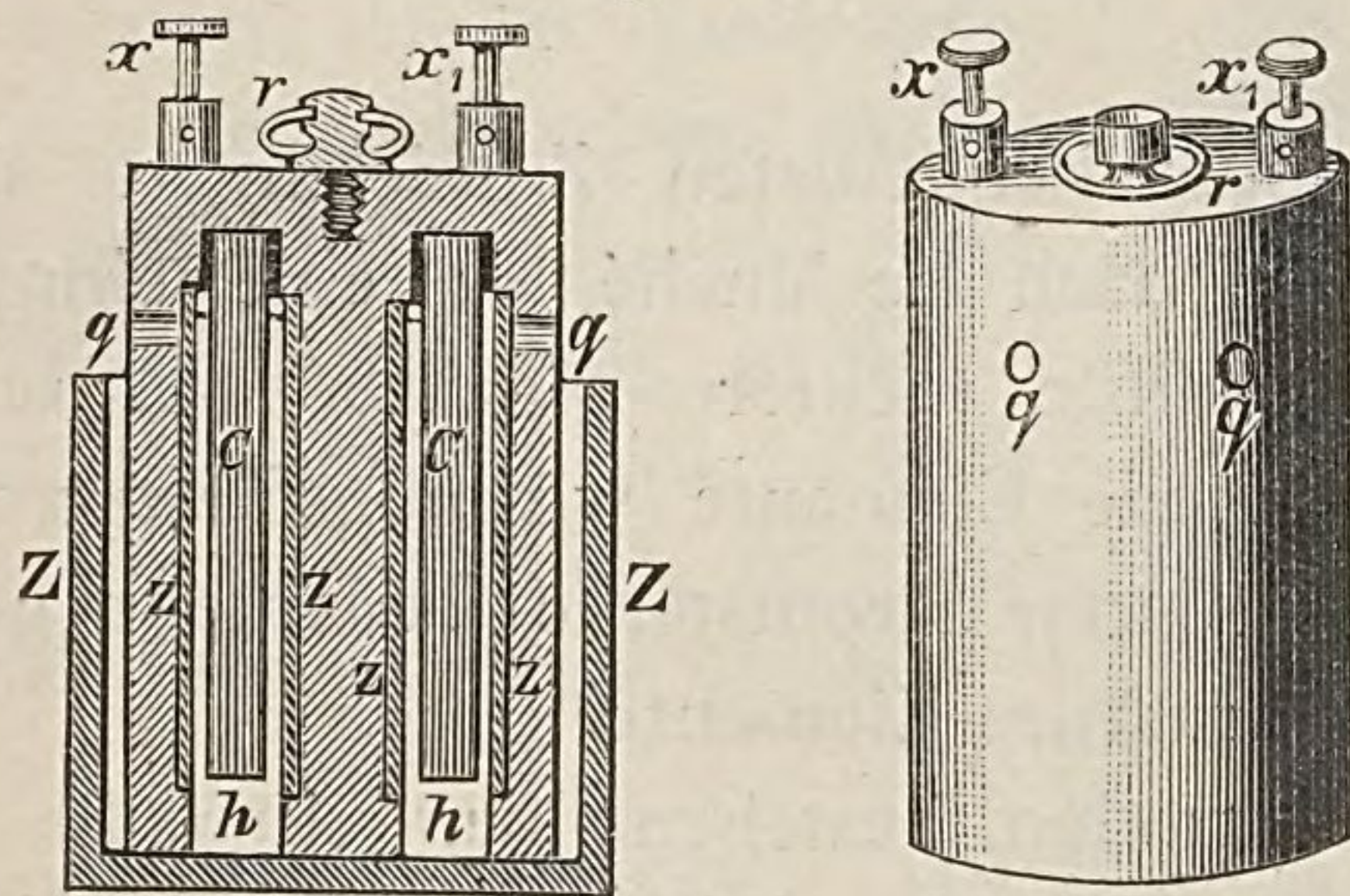
einen Moment um 180 Grad zu stürzen, wodurch die Säure die Elektrodenplatten umgiebt und Strom erzeugt.

Auf kürzere Distanzen kann die Batterie in gefülltem Zustande an einem Riemen getragen werden. Beim längeren Transporte dagegen muss die Säure entleert und in eigenen Gefässen verwahrt sein.

In neuerer Zeit wird bei der französischen Genie-truppe eine äusserst compendiöse Chromsäure-Batterie, nach Puddot, benutzt. In einen kleinen kreisförmigen

Cylinder (Fig. 45) von 7 Cm. Durchmesser und 11 Cm. Höhe aus einer isolirenden Harzcomposition sind vier kleine Zinkcylinder z und vier Kohlencylinder c eingesetzt, welche vier kleine, auf Spannung verbundene Elemente bilden. Die Oeffnungen in welchen sich diese Elemente befinden, münden an der unteren Seite des Harzcylinders aus, während an dem oberen Theile einige Luftlöcher q angebracht sind. Der Harzcylinder wird in einen Becher aus Hartgummi Z eingesetzt, welcher nur wenig weiter als der Cylinder selbst ist. Es genügt daher, den Becher

Fig. 45.



etwa zwei Finger hoch mit Chromsäurelösung anzu-
füllen, um beim Einsenken des Harzcylinders die Flüs-
sigkeit so weit emporzutreiben, dass die Elemente darin
ganz eingetaucht sind und in Wirksamkeit treten. Um
die ätzenden Säuren nicht im flüssigen Zustande mit-
führen zu müssen, wird statt des gewöhnlichen Gemenges
aus doppelt-chromsaurem Kali und concentrirter Schwefel-
säure eine Salzmischung von chlorchromsaurem Kali und
saurem schwefelsauren Kali angewendet, welche Salze
in trockenem Zustande transportirt werden können. Beim
Auflösen in Wasser entwickelt sich aus dem sauren

schwefelsauren Kali freie Schwefelsäure, welche auf das chlorchromsaure Kali zersetzend einwirkt und Chromsäure erzeugt.

Mit einer derartigen aus vier Elementen bestehenden Batterie kann ein Glühzünder auf eine Distanz von 400 Meter gezündet werden. Will man gleichzeitig mehrere Zünder zur Explosion bringen, so muss dem entsprechend die Zahl der Batterien vermehrt werden. Diese Zündbatterie hat zwar eine sehr handliche Form, doch ist das Arbeiten mit den Salzlösungen wegen deren ätzenden Wirkung recht unangenehm.

Die weitaus bequemsten Zündelemente sind jedenfalls diejenigen nach Leclanché, da eine einmalige Füllung derselben für mehrere Monate und selbst Jahre ausreicht, um die Elemente wirkungsfähig zu erhalten; allerdings ist deren Stromstärke bedeutend geringer als jene der Chromsäure-Elemente.

Die Elektroden bestehen hier ebenfalls aus Zink- und Kohlenplatten, als Füllflüssigkeit wird jedoch eine gesättigte Salmiaklösung angewendet.

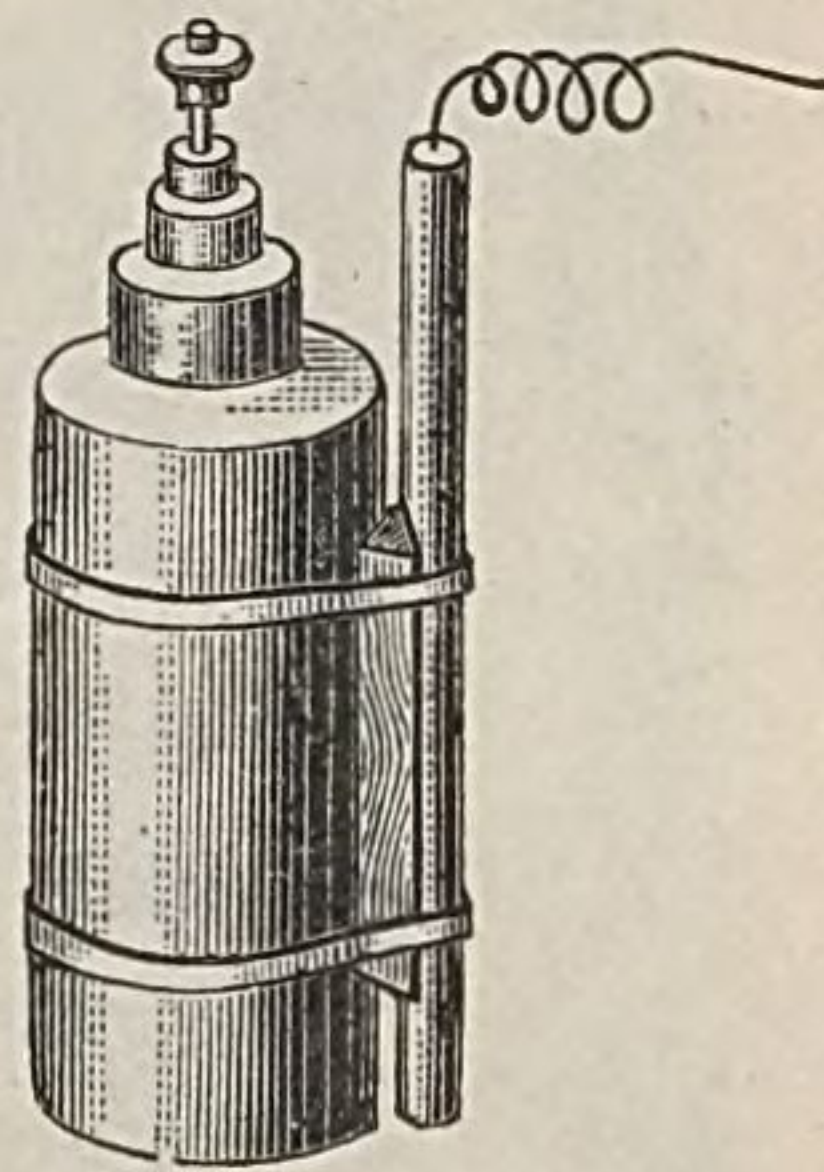
Bei der älteren Form der Leclanché-Elemente wurde die Kohlenplatte in eine poröse, mit einem Gemisch aus grob zerstossener Retortenkohle und Braunstein ausgefüllte Thonzelle eingesetzt, welche an ihrem oberen Theile mit einer Harzcomposition abgedichtet war. Ein amalgamirter Zinkstab stand ausserhalb in einem mit Salmiaklösung gefüllten Glasgefässe.

Da die Thonzelle den inneren Leitungswiderstand der Elemente sehr erhöht und bei Vorhandensein nur einer einzigen Flüssigkeit nicht unbedingt nothwendig

ist, so hat man in neuerer Zeit diesen Elementen eine andere Einrichtung gegeben.

Ein Gemenge aus 40 Gewichtstheilen Braunstein, 52 Theilen Coaks- oder Kohlenpulver und 5 Theilen Gummilack, mit etwas Zusatz von Kaliumbisulphat, wird innig gemischt und bei einer Temperatur von 100 Grad C. um den Kohlenstab in Form eines Cylinders (Fig. 46) mittelst einer hydraulischen Presse gepresst. Das obere Ende des Kohlenstabes, welches aus dem Cylinder hervorragt, wird mit einer Klemmschraube versehen. Ein Zinkstab als zweite Elektrode ist mit zwei Gummispangen an dem Kohlen-cylinder befestigt, jedoch durch Zwischenlage eines Holzklötzchens davon isolirt. Der so adjustirte Cylinder wird in ein mit Salmiaklösung gefülltes Glasgefäß eingesetzt. Zu einer Zünd-batterie müssen natürlich mehrere solcher Elemente vereinigt werden.

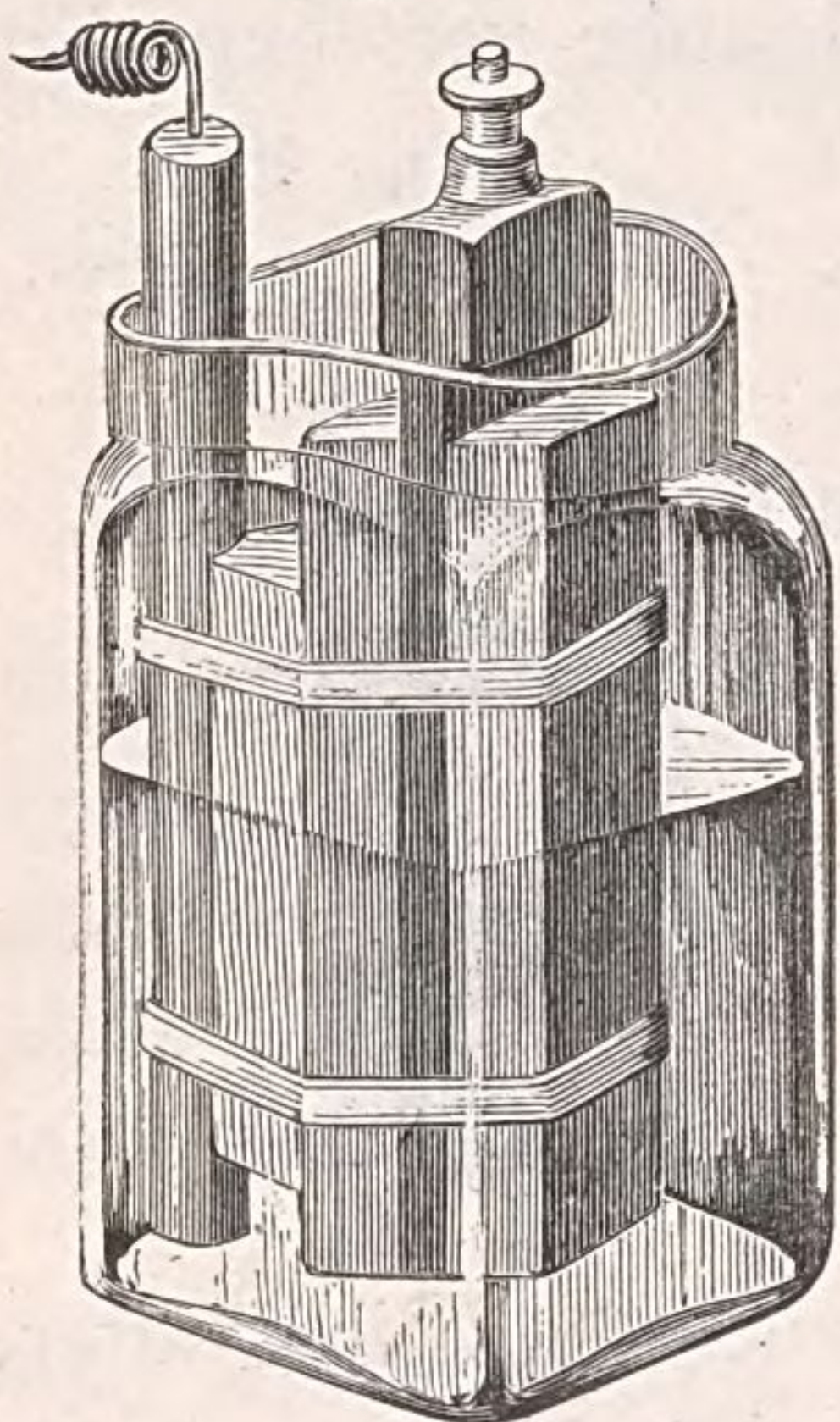
Fig. 46.



Eine andere, in mancher Hinsicht vortheilhaftere Form des Leclanché-Elementes für Zündzwecke ist in Fig. 47 dargestellt. Das Coaks-Braunstein-Gemenge ist hier nicht um einen Kohlenstab herum gepresst, sondern aus demselben eine separate rechteckige Platte gebildet. Eine Kohlenplatte aus harter Retortenkohle von gleicher Grösse wird an die eine Seite derselben angelegt, während auf der anderen Seite eine ebensolche Zinkplatte angebracht wird, die durch zwei Holzstäbchen von der Coaksplatte isolirt ist. Sämmtliche drei Platten werden durch Gummibänder zu einem Ganzen vereinigt und in einen Trog aus Glas oder Hartgummi eingesetzt, welcher die Salmiaklösung enthält.

Durch Anwendung der Platten an Stelle der stabförmigen Elektroden wird der innere Leitungswiderstand der Elemente sehr vermindert und deren Stromstärke erhöht. Während bei den Elementen mit Thonzellen der Widerstand 9 bis 10 Ohms beträgt, haben diese letzteren Elemente nur 1·8 Ohms Widerstand. Die elektromotorische Kraft wird mit 1·48 Volts angegeben. Nach Ausnutzung der Coaksplatte, was aber erst nach 1 bis

Fig. 47.



2 Jahren geschieht, kann dieselbe sehr leicht gegen eine neue Platte umgetauscht werden, da hierzu nur die Gummibänder zu lösen sind. Häufig wird nicht nur eine, sondern zwei bis drei Coaksplatten in die Elemente eingesetzt. Zündbatterien aus Leclanché-Elementen sind bei der französischen, norwegischen, spanischen und russischen Marine eingeführt.

Das französische Ordonnanz-Element ist in Fig. 48 dargestellt. In einem cylindrischen Gefässe aus Hartgummi, welches durch Flanschen und Verschraubung wasserdicht verschliessbar ist, befindet sich eine stabförmige Zinkelektrode, die von einem Hohlcyli nder aus poröser Masse umgeben ist. Die Kohlenplatte befindet sich bei c (Fig. 49) und geht deren Schaltklemme, ebenso wie jene des Zinkstabes, durch den Hartgummi-deckel des Gefässes hindurch.

Sechs grossplattige Elemente sind in Filzlagern in einer Holzkiste untergebracht und dienen zur gleichzeitigen Abfeuerung der Breitseite-Geschütze eines Schiffes.

Die russischen Leclanché-Zündelemente werden von der gleichen Firma (Herrn Barbier in Paris, Eigenthümer der Privilegien Leclanché's) wie die französischen Elemente erzeugt und unterscheiden sich nur durch die Dimensionen und unwesentliche Details. Zur Zündung von Seeminen sollen Combinationen bis zu 120 Elementen angewendet werden.

Das norwegische Ordonnanz-Zündelement (Fig. 49) ist ebenfalls in einem cylindrischen Hartgummigefäss

Fig. 48.

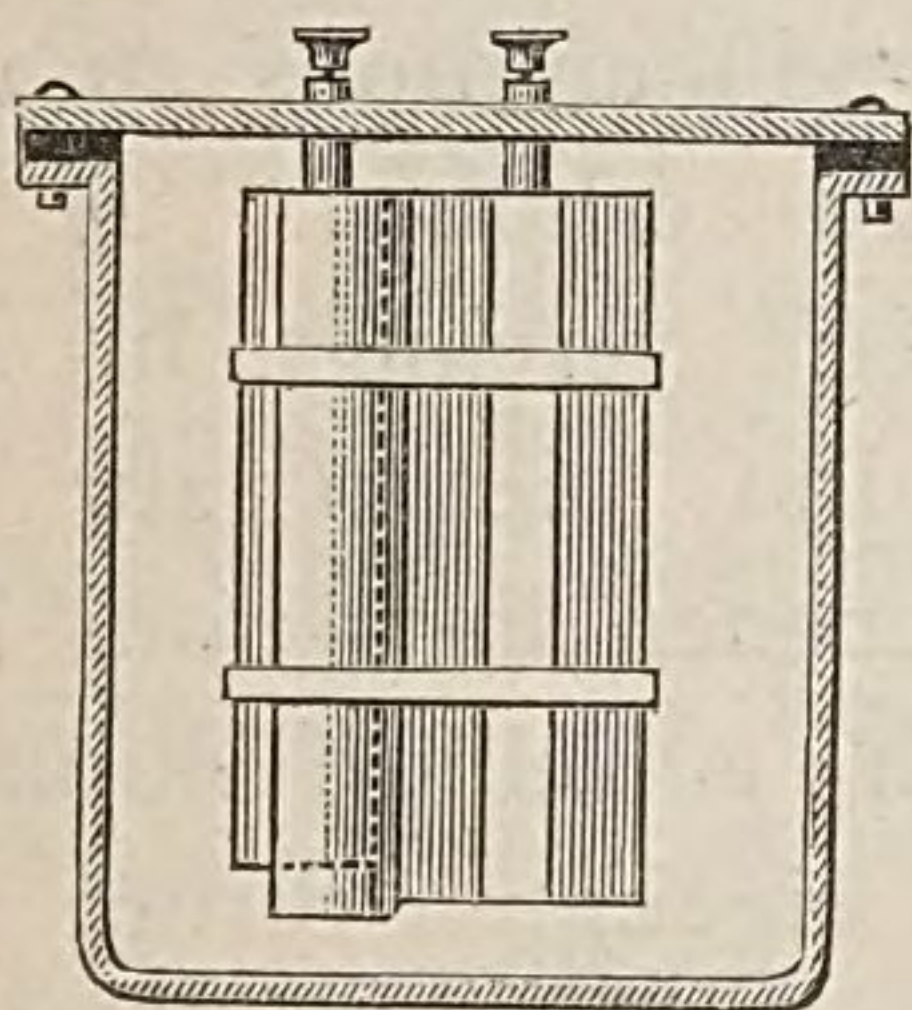
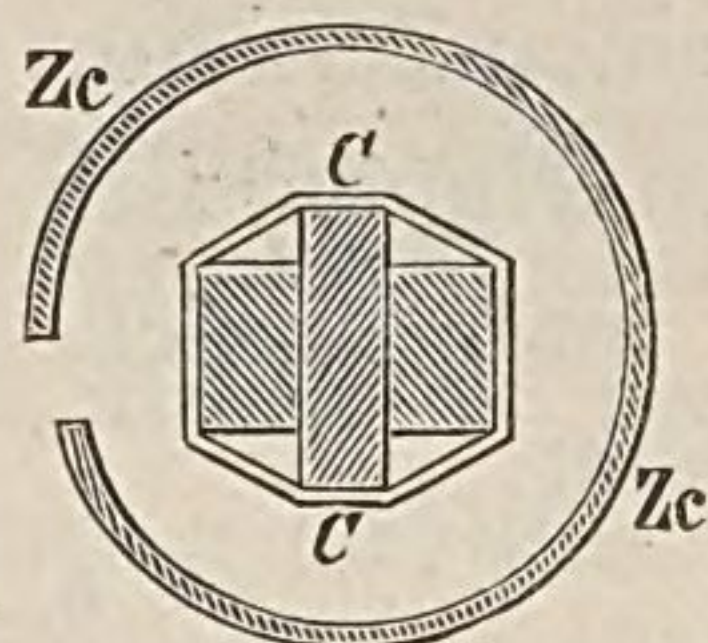
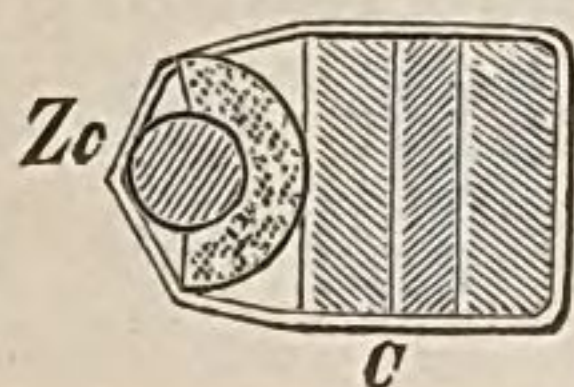
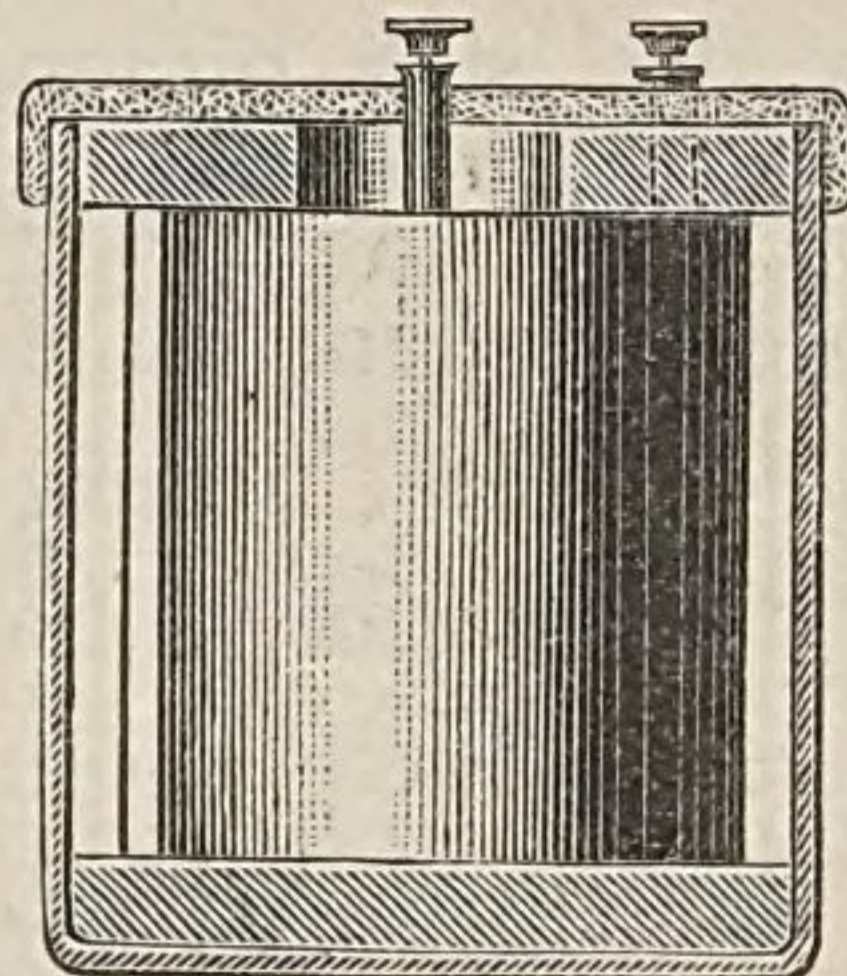


Fig. 49.



montirt. Der Zinkelektrode ist hier eine cylindrische Form gegeben und umschliesst dieselbe die mit einem Coax-cylinder umhüllte Kohlenplatte. Die Abdichtung des Gefässes wird durch Verkittung mit einer Harzcomposition hergestellt, so dass es nicht möglich ist, das Element zu öffnen, ohne dasselbe gänzlich zu zerlegen.

Bei der österreichischen Kriegsmarine sind sogenannte „Permanenz-Elemente“ von Markus in Gebrauch. In einem oval-cylindrischen Hartgummigefässe ist ein kleiner

Korb aus weitmaschigem Rohrgeflecht untergebracht, welcher zur Aufnahme der Zinkelektrode dient. Letztere hat einen kreuzförmigen Querschnitt, wie die Eisenelektroden bei Kalan'schen Elementen, und wird mittelst eines Kautschukstöpsels in den Hartgummideckel und den Korb eingesetzt. Der übrige Raum enthält die Kohlenelektrode und grob zerstossene Retortenkohle ohne Zusatz von Braunstein, doch soll die Kohle einer besonderen Behandlung unterzogen sein. Der Salmiaklösung wird etwas saures schwefelsaures Natron zugesetzt, um die Lösung des sich bildenden Chlorzinkammons zu unterstützen und die Stromstärke zu erhöhen. Je sechs Elemente werden, zu einer Batterie vereinigt, in einem kleinen Kasten untergebracht und dienen zur Activirung des bereits früher besprochenen Inductions-Zündapparates; doch können auch einzelne Glühzünder durch den von den Elementen erzeugten Strom direct gezündet werden. Die einmalige Füllung der Elemente soll für einen Zeitraum von sechs bis sieben Jahren genügen. Dieselben eignen sich auch vorzüglich für Telegraphenzwecke und werden hierfür vielfach und mit Vortheil angewendet.

6. Die Zündleitung.

Der Ort, an welchem der elektrische Zünd-Apparat aufgestellt wird, muss sich natürlich in einer bestimmten, ziemlich grossen Entfernung von den zu zündenden Minen befinden, damit die mit der Zündung beschäftigten Personen durch Sprengstücke, welche bei der Explosion umhergeschleudert werden, nicht gefährdet sind. Oft wird auch beabsichtigt, eine Mine erst dann zu zünden, wenn der Feind in der Nähe oder oberhalb derselben sich befindet, und es ist in diesem Falle umsomehr geboten,

den Zünd-Apparat in möglichst grosser Entfernung von dem Zündobjecte zu postiren, um die Explosion in dem entscheidenden Momente unbehindert einleiten zu können. Bei See- und Flussminen muss die Zündquelle selbstverständlich auf dem Lande aufgestellt sein, mit Ausnahme jener elektrischen Contactminen, welche in dem Minenkörper selbst ein Zünd-Element oder einen Zündinductor enthalten, der dann bei der Explosion natürlich gänzlich zerstört und in Stücke gerissen wird. Mit Ausnahme des letztgenannten Falles ist daher stets eine Zündleitung von der Mine zu dem Zünd-Apparat erforderlich. Hiefür werden allgemein entsprechend starke Drähte aus Kupfer oder Messing verwendet. Um durch Ueberströmen der Elektricität aus dem Drahte in den Erdboden oder bei Seeminen in das umgebende Wasser nicht starke Stromverluste zu erleiden, ist es nothwendig, die Leitungsdrähte in irgend einer Weise zu isoliren. Bei Landleitungen kann dies allenfalls durch Aufspannen der Drähte auf Stangen mit Isolatoren, wie bei Telegraphenleitungen, geschehen. Für die meisten Fälle würde jedoch die Errichtung einer solchen Stangenleitung zu grossen Zeitaufwand erfordern und ausserdem das Mitführen der Isolatoren nothwendig machen, wodurch die Mineurs-Ausrüstung sehr schwerfällig würde; überdies wäre die Stangenleitung ein weit sichtbarer Verräther des Minenortes.

Es ist viel zweckmässiger, die Isolirung der Drähte durch eine 2 bis 3 Mm. starke Umhüllung mit Guttapercha oder Gummi zu bewirken, und werden solche Drähte als Guttapercha- oder Gummidrähte bezeichnet. Die Wahl des Materials der Drähte, sowie deren Stärke hängt nun von der Art des Zünd-Apparates oder von der Maximallänge, die man den Leitungen zu geben beabsichtigt, ab.

Man muss hierbei eine Unterscheidung machen zwischen den Leitungen für galvanische Zündbatterien und den vier übrigen Gattungen von Zünd-Apparaten. Bei den letztgenannten Apparaten, welche sämmtlich einen elektrischen Strom oder, besser gesagt, Entladungsschlag von sehr hoher Spannung liefern, kommt der elektrische Leitungswiderstand des Drahtes weniger in Betracht und spielt nicht jene bedeutende Rolle, wie bei den galvanischen Zündbatterien, welche nur sehr geringe Spannung des Stromes erzeugen. Immerhin ist es vortheilhafter, auch hier möglichst gutes Leitungsmaterial zu nehmen, und verwendet man daher meistens weichen Kupferdraht mit Guttapercha-Isolirung von 1 bis 2 Mm. starker Metallader, da das Kupfer bei nicht allzu hohem Preise der zweitbeste Elektrizitätsleiter nächst Silber ist.

Die Anordnung der Zünder (Spalt- und Brücken-zünder) bei Anwendung hochgespannter Elektrizität ist sehr einfach, indem die einzelnen Zünder in einen einzigen Stromkreis hintereinander geschaltet werden, wobei die Verbindung der Zwischenstrecken zwischen den benachbarten Minen durch Zusammenschlingen der blanken Drahtenden geschieht. Sobald der elektrische Entladungsschlag in die Leitung eintritt, erfolgt vollkommen gleichzeitige (simultane) Zündung aller Minen, deren bei grossen Zünd-Apparaten bis zu 300 und darüber in einem einzigen Stromkreise angelegt werden können.

Um hierbei sicher vorzugehen, ist es jedoch gerathen, den Zündfunken überwiegend kräftig zu erzeugen, weil sonst leicht der Fall eintreten kann, dass nur die zunächst an die Zuleitungen anschliessenden Zünder zur Explosion gelangen, während die in der Mitte befindlichen Zünder nicht activirt werden („sitzen bleiben“).

Am vortheilhaftesten ist es, zwischen dem Zünd-Apparate und den Minen zwei isolirte Drahtleitungen zur Hin- und Rückführung des elektrischen Stromes anzuwenden. Da dies jedoch die Anwendung des doppelten Drahtquantums an Guttaperchadraht, welcher bei bedeutenden Längen ziemlich voluminös und schwer ist, erfordert, so kann als Ersatz auch eine Leitung aus dünnem blanken Drahte genommen werden, welchen man über Gebüsche und Baumzweige oder kleine Holzpflocke derart führt, dass er vom Erdboden möglichst isolirt ist, und bezeichnet man diese Leitung als Rückleitung. Bei Zünd-Apparaten mit Condensatoren verbindet man die Rückleitung mit der äusseren (negativen) Belegung, während die isolirte Hinleitung mit der innern, mit positiver Elektricität geladenen Belegung in Verbindung gebracht wird.

Im Nothfalle genügt jedoch auch die Hinleitung allein und kann dadurch ergänzt werden, dass man sowohl die äussere Belegung des Condensators (oder der Inductionsspule) als auch das Drahtende des letzten Minenzünders durch kurze Drähte mit feuchter Erde in Verbindung setzt, wobei dann der elektrische Strom an den beiden Enden der Zündleitung in das Erdreich abfliesst. Es wird dies Abfliessen wesentlich begünstigt, wenn man die zur Erde führenden Drahtstücke in Metallplatten endigen lässt, welche in möglichst feuchte Erde oder, wo dies thunlich, in einen Fluss oder Bach eingesenkt werden. Immerhin ist aber hierbei die Zündwirkung des Apparates lange nicht so kräftig wie bei Doppelleitungen, und kann unter Umständen weit unter den halben Effect herabgesetzt werden. Bei der Zündung mit galvanischen Batterien können die einzelnen Zünder ebenfalls in einem einzigen Stromkreise angeordnet werden,

doch gelingt es nur bei Anwendung von sehr starken Strömen und vielen Elementen, eine grössere Zahl von Minen gleichzeitig zur Explosion zu bringen.

Es ist nämlich technisch nicht wohl möglich, die sämtlichen Glühzünder mit absolut gleichen Leitungswiderständen herzustellen. In Folge dessen werden jene Zünderdrähte, welche grösseren Widerstand haben, zuerst zum Glühen gebracht, während andere Zünder mit geringerem Widerstande um ein geringes Zeitintervall später zu glühen beginnen. Ueberdies wirkt noch eine andere Erscheinung verzögernd auf die Entzündung, welche darin besteht, dass sich der Leitungsdraht gleichsam mit Elektrizität füllen oder „laden“ muss, was eine gewisse Zeit in Anspruch nimmt, die bei langen Leitungen selbst eine bis zwei Secunden und darüber betragen kann.

Es ist daher der Fall möglich, besonders wenn einzelne Zündobjecte weit voneinander entfernt sind, dass die erste Mine zur Explosion gelangt und die Drahtleitung in ihrer Nähe zerreisst, bevor der elektrische Strom Zeit hatte, bis zur zweiten und den folgenden Minen zu gelangen. Somit würde dann nur eine oder wenige Minen zur Detonation gebracht werden, während die übrigen nicht activirt und den angestrebten Zweck somit vereiteln würden.

Um eine solche Eventualität zu vermeiden, darf man daher bei galvanischen Zündbatterien nur eine relativ geringe Zahl von Zündpunkten in einen gemeinsamen Schliessungskreis einschalten und muss sehr kräftige, auf Spannung geschaltete Zündelemente anwenden.

Ein anderer Vorgang zur Simultanzündung mit galvanischen Batterien besteht in der Parallelschaltung der einzelnen Zündobjecte. Zu dem Ende werden wie ge-

wöhnlich zwei Leitungsdrähte von der Zündbatterie zu den Minen geführt; an dem Minenorte werden jedoch selbe durch so viele einzelne Drahtstücke miteinander verbunden, als Minen vorhanden sind, und schaltet man in jede solche Zweigleitung je einen Zünder ein. Der elektrische Strom kann daher gleichzeitig in alle Zweigleitungen eintreten, und es ist damit die Gefahr ausgeschlossen, dass die gesammte Leitung durch eine etwas früher explodirende Mine vorzeitig unterbrochen wird. Dennoch kann auf diese Weise eine Simultanzündung nur äusserst schwierig erreicht werden, weil nun zu dem ungleichen Widerstand in den Zündern noch die Widerstände der Zweigdrähte hinzukommen, die ebenfalls vollkommen gleich sein müssten, was technisch sehr schwer erreichbar ist.

In jenen Fällen, wo eine absolut gleichzeitige Zündung nicht unbedingt nöthig ist und eine Differenz von etwa einer halben Secunde in der Aufeinanderfolge der einzelnen Explosionen ohne Belang ist, kann an Stelle der Simultanzündung eine Successivzündung eingeleitet werden. Zu diesem Behufe muss zu jeder Mine eine separate Leitung geführt werden, welche bis zu der Zündbatterie, respective einem Schaltbrette führt, wo sämmtliche Drähte endigen. Mittels einer in einem Kreise drehbaren Contactfeder können dann durch einen raschen Zug sämmtliche Minen in kurzer Folge mit der Zündbatterie in Verbindung und zur Explosion gebracht werden. Zur Rückleitung genügt ein einziger Draht, der nur an dem Orte der Sprengung Abzweigungen zu den Minen hat.

Diese Art der Zündung erfordert einen grossen Aufwand an Leitungsmaterial und eignet sich daher haupt-

sächlich für stabile Minenanlagen in Häfen oder dem Vorfelde von Festungen etc.

Wir haben in dem früheren Abschnitte eines Versuches gedacht, wo durch das Canalkabel ein Geschütz an der englischen Küste durch galvanische Zündbatterien, welche an der französischen Seite aufgestellt waren, zur Abfeuerung gebracht wurde, und haben erwähnt, dass hierzu 240 Daniell'sche Elemente erforderlich waren. Es zeigt diese Erfahrung, wie bedeutend der Stromverlust bei sehr langen galvanischen Zündleitungen ist. Wenn man beispielsweise angestrebt hätte, auf diese Weise nicht nur einen Zündpunkt, sondern etwa deren 50 gleichzeitig zu zünden, so wäre hierzu ein Aufwand von circa 10.000 Elementen erforderlich gewesen. Wenn man in der Praxis auch nicht unter so abnormen Umständen zu zünden hat, so kommt dennoch der Fall öfter vor, dass man eine Anzahl von Zündern aus sehr grosser Entfernung zünden muss. Um hierzu nicht eine ganz enorme Zahl von Elementen aufstellen zu müssen, kann der Kunstgriff angewendet werden, die Zündbatterie an einem geeigneten Orte in nächster Nähe der Minen unterzubringen und nur den Stromschluss der Batterie aus der Entfernung zu bewirken, wozu bei Anwendung eines Relais oder sonst einer passenden Vorrichtung ein ganz schwacher Strom genügt.

Eine solche Vorrichtung ist Striedinger's Wippe, welche bei Sprengung des Hellgate angewendet wurde und mit geringen Modificationen auch für Zündungen in kleinerem Style verwendet werden kann. Doch können wir auf eine nähere Beschreibung derselben, sowie ähnlicher Apparate nicht näher eingehen.

III.

Die elektrische Chronographie.

Um die Construction der in der modernen Kriegführung dominirenden Feuerwaffen hinsichtlich ihrer Zweckmässigkeit und Leistungsfähigkeit beurtheilen zu können, ist die Messung der Geschossgeschwindigkeiten sowohl in dem Geschützrohre oder Gewehrlaufe selbst, wie auch auf der Flugbahn der Projectile erforderlich. Ferner macht das Studium zur Verbesserung der Schiess- und Sprengpräparate eine weitgehende Schärfe und Genauigkeit in der Zeitmessung nothwendig. Die möglichst präzise Bestimmung kleiner Zeittheilchen, welche oft nur den tausendsten oder zehntausendsten Theil einer Secunde betragen, ist daher für die militärische Kriegstechnik von grossem Interesse.

Bei den Armeen der meisten Staaten sind eigene Abtheilungen und Versuchsstationen eingerichtet, welchen die Aufgabe der Erprobung, Begutachtung und Verbesserung der Feuerwaffen und Explosivstoffe, sowie das wissenschaftliche Studium derselben obliegt. Zu diesem Behufe dient eine Reihe verschiedenartiger Apparate und Instrumente, von welchen wir im Nachfolgenden jene beschreiben wollen, welche mit Hilfe des elektrischen Stromes zur Messung kleiner Zeittheilchen bestimmt sind.

Das Princip dieser Messmethoden besteht im Wesentlichen darin, dass man gleichzeitig mit dem Vorgange, dessen Dauer gemessen werden soll, eine möglichst rasche und dabei ihrer Natur nach gut bekannte Bewegungserscheinung sich abspielen lässt, bei welcher letzteren irgend ein bewegtes Organ einen genau messbaren Raum durchheilt.

Als solche Bewegungserscheinungen werden entweder der freie Fall eines Körpers oder eine Pendelschwingung, eine durch mechanisches Uhrwerk bewirkte gleichmässige Rotation, die Ausflussgeschwindigkeit einer Flüssigkeit oder die Bewegungen einer tönenden Stimmgabel benutzt. Die ungeheuer rasche Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Elektrizität, welche man auf 42.000 und selbst 63.000 deutsche Meilen per Secunde angiebt, ermöglicht es, die zu messende Geschwindigkeit dadurch bestimmen zu können, dass man auf dem zur Zeitmessung dienenden bewegten Körper direct oder indirect mit Hilfe des elektrischen Stromes Punkte markirt, welche einem bestimmten Zeitmomente der zu messenden Geschwindigkeit entsprechen. Die Beschreibung der Wirkungsweise der einzelnen Apparate wird dies deutlicher illustriren, und wollen wir daher auf die Erörterung der gebräuchlichsten Apparate übergehen.

Als ein Apparat, welcher sich bisher in der Praxis sehr gut bewährt und vielfache Anwendung gefunden hat, muss zunächst genannt werden

der Chronograph von Le Boulengé.

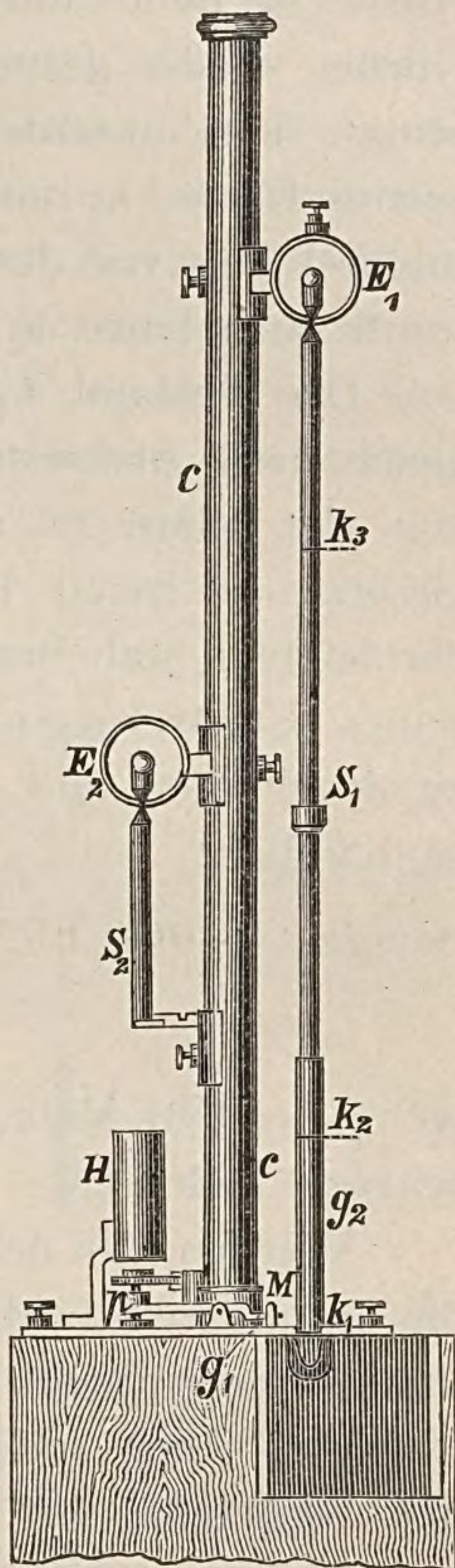
Die wesentlichsten Organe desselben sind zwei an einer senkrecht zu stellenden Säule *cc* (Fig. 50) befestigte Elektromagnete E_1 und E_2 , deren Eisenkerne, so lange

sie magnetisch sind, je einen cylindrischen Stab S_1 , respective S_2 festhalten. An dem Fusse der Säule ist ein Mechanismus, ähnlich einem Gewehrschloss, angebracht, durch welchen ein vorschnapper Hahn eine Kerbe auf dem Mantel des cylindrischen Stabes hervorbringen kann. Das Vorschnellen des Hahnes geschieht dann, wenn auf die Platte p ein Druck nach abwärts ausgeübt wird.

Um den Apparat für den Versuch herzurichten, wird zunächst der Elektromagnet E_1 durch einen elektrischen Strom magnetisch gemacht und der Stab S_1 an denselben angehängt. Durch einen Druck mit der Hand wird der Mechanismus abgedrückt, der Meissel schnell aus, erzeugt an der ihm zunächst befindlichen Stelle k_1 des Stabes S_1 eine Kerbe und wirft nebenbei durch die starke Erschütterung diesen Stab von dem Elektromagnete ab.

Nunmehr wird S_1 wieder an E_1 angehängt, der Strom einer zweiten Batterie, in deren Stromkreis die Drahtspule des Elektromagnets E_2 geschaltet wurde, wird geschlossen und an den konisch geformten Pol dieses letzteren der zweite, kürzere Eisenstab S_2 angehängt. Wenn man nun durch einen eigens hierzu eingerichteten Stromunterbrecher die Stromkreise beider

Fig. 50.



Elektromagnete gleichzeitig unterbricht, so verlieren diese zugleich ihren Magnetismus und die Stäbe S_1 und S_2 beginnen gleichzeitig zu fallen.

Sobald das untere Ende des Stabes S_2 , durch die Hülse H herabfallend, die Platte p erreicht, wird der (vorher wieder gespannte) Hahn abermals ausgelöst und bringt dem unterdessen noch fallenden Stabe S_1 eine zweite Kerbe k_2 an einer Stelle bei, welche um eine solche Länge von der Kerbe k_1 entfernt ist, als der Stab S_1 , somit auch jener S_2 unterdessen durchfiel.

Der Abstand $k_1 k_2 = h$ ist somit sehr annähernd gleich dem Abstände des unteren Endes des Stabes S_2 von der Platte p und kann dazu dienen, nach dem Gesetze des freien Falles die Zeit t zu messen, welche der letztere Stab braucht, um nach der Entmagnetisirung seines Elektromagnets den Raum bis zu der Platte p zu durchfallen und den Mechanismus zu activiren. Es ist nämlich:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

wo $g = 9.81$ Meter die Beschleunigung durch die Erdschwere bedeutet.

Werden nun nach den hier beschriebenen Vorarbeiten die Stromkreise beider Elektromagnete wieder geschlossen und so angeordnet, dass der Stromkreis von E_1 beim Beginne, jener von E_2 aber am Ende der zu messenden Zeitphase, und zwar durch den zu beobachtenden Vorgang (etwa durch die Geschossbewegung selbst) unterbrochen werden müssen, wird der Hahn wieder gespannt und die Stäbe S_1 und S_2 wieder an die Magnete angehängt, so kann die eigentliche Operation beginnen.

Durch Unterbrechung des Stromes von E_1 beginnt S_1 und durch jene des Stromes E_2 der Stab S_2 zu fallen.

Sobald der letztere die Platte p des Mechanismus erreicht hat, schlägt der Hahn eine dritte Kerbe k_3 in den Stab S_1 , deren Abstand von k_1 einer Fallhöhe gleichkommt, entsprechend der Zeit T zwischen dem Beginne des zu beobachtenden Vorganges und der Activirung des Mechanismus durch den Stab S_2 , einer Zeit also, welche zusammengesetzt ist aus der zu messenden Zeit t' zwischen dem Beginne und Ende des Vorganges und aus der schon früher entwickelten Zeit zwischen der Stromunterbrechung des Magnets E_2 und der Activirung des Mechanismus.

Es ist also:

$$T = t' + t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

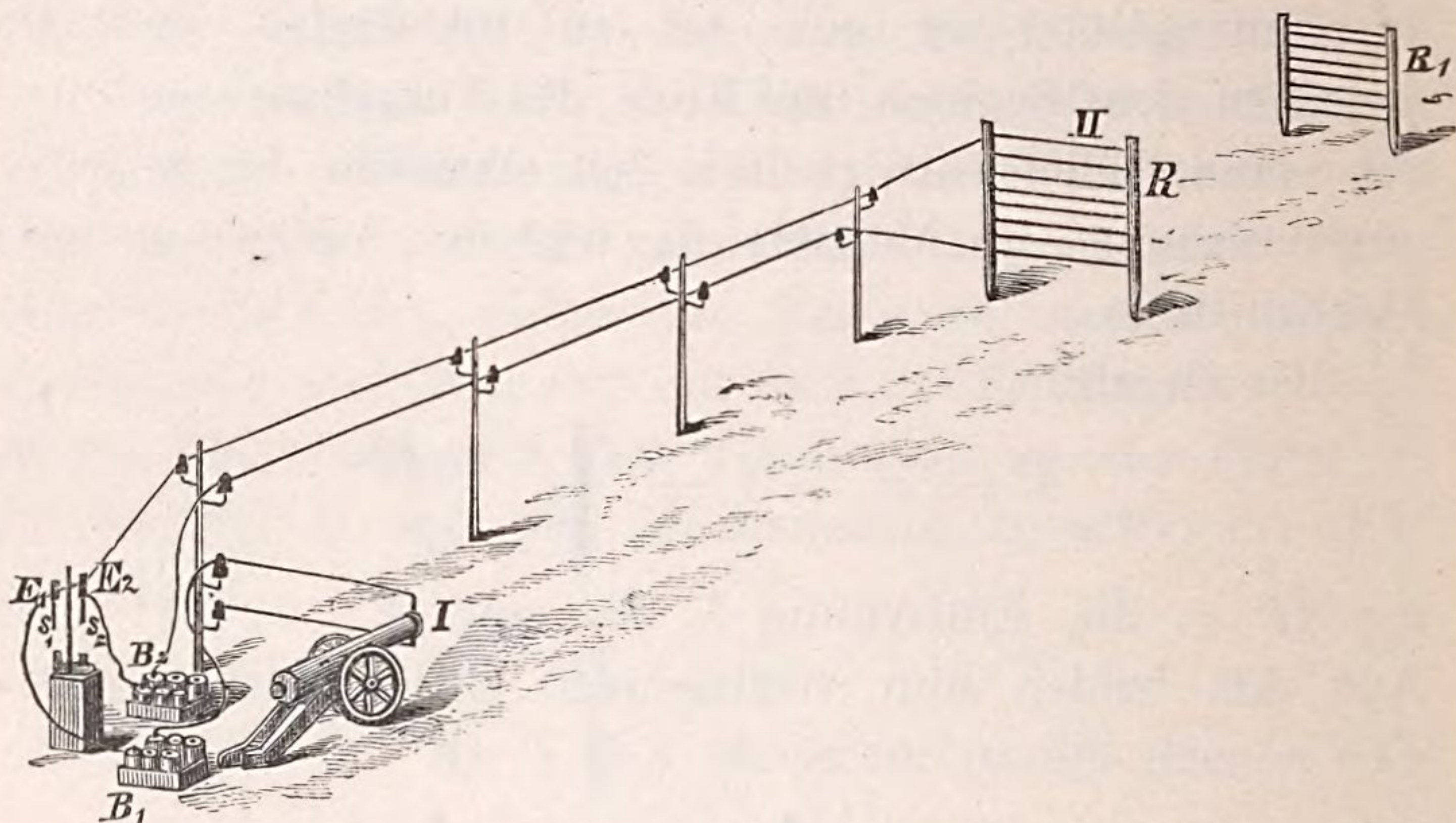
wo H = die Entfernung $k_1 k_3$ und $g = 9.81$ ist. Aus den beiden nun vorliegenden Gleichungen ergibt sich sonach die zu messende Zeit t' als

$$t' = T - t = \sqrt{\frac{2H}{g}} - \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Die Anordnung des Versuches ist aus Fig. 51 zu ersehen. Um beispielsweise die Anfangsgeschwindigkeit eines Geschützprojectiles zu bestimmen, wird in einer entsprechenden Entfernung vor der Mündung des Geschützes ein Holzrahmen R aufgestellt, welcher mit dünnen Kupferdrähten derart bespannt ist, dass die Entfernungen zwischen den einzelnen Drähten geringer sind als der Durchmesser des Geschosses, so dass beim Passiren

desselben durch den Rahmen mindestens ein Draht durchrissen werden muss. An der Mündung des Geschützes selbst wird eine Klemmvorrichtung angebracht und ebenfalls ein Draht (oder eine sonstige Vorrichtung zur Stromunterbrechung) fixirt. Der chronographische Apparat *c* wird an einer geeigneten Stelle, seitwärts des Geschützes, postirt und ist gewöhnlich so eingerichtet, dass die Verpackungskiste desselben auch als Postament dient. Zwei

Fig. 51.



nebenstehende galvanische Batterien B_1 und B_2 und je 8 bis 10 Bunsen-Elemente liefern den elektrischen Strom.

Sobald das Geschütz abgefeuert wird, wird der Draht I an der Mündung des Geschützrohres durchrissen und hierdurch der elektrische Strom der Batterie B_1 unterbrochen. Der Elektromagnet E_1 verliert somit seinen Magnetismus und der Stab S_1 beginnt zu fallen.

Bevor derselbe noch ganz herabgefallen ist, hat das Geschützprojectil den Rahmen R erreicht und hier einen zweiten Draht II durchrissen. Die sämtlichen Drähte des Rahmens R bilden aber einen Stromkreis der Batterie B_2 ,

deren Strom auf einer Telegraphenleitung zu dem Rahmen hin und zurück geführt ist. Sobald daher auch nur Ein Draht des Rahmens gerissen ist, verliert der Elektromagnet E_2 seinen Magnetismus, der Stab S_2 fällt herab, schlägt den Mechanismus frei und der vorschnellende Hahn bringt dem währenddessen noch immer fallenden Stabe S_1 eine Kerbe bei.

Diese Kerbe dient dann — wie oben auseinander-gesetzt wurde — zur Bestimmung jener Zeit, welche das Geschoss brauchte, um den Weg von der Mündung des Geschützes bis zu dem Rahmen R zurückzulegen.

Will man nicht die Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses bestimmen, sondern diejenige, welche es auf einer bestimmten Entfernung erlangt, so wird ein zweiter Rahmen R_1 aufgestellt. Der Rahmen R bewirkt dann die erste Unterbrechung des Stromes, der Rahmen R_1 die zweite.

In gleicher Weise, wie hier dargelegt wurde, ist die Anordnung des Versuches auch bei Anwendung anderer Chronographen, wenn es sich um Bestimmung von Geschossgeschwindigkeiten handelt. Bei Apparaten, welche es gestatten, in einem einzigen Versuche mehrere Zeitintervalle zu bestimmen, müssen natürlich dem entsprechend mehrere Rahmen hintereinandergestellt werden.

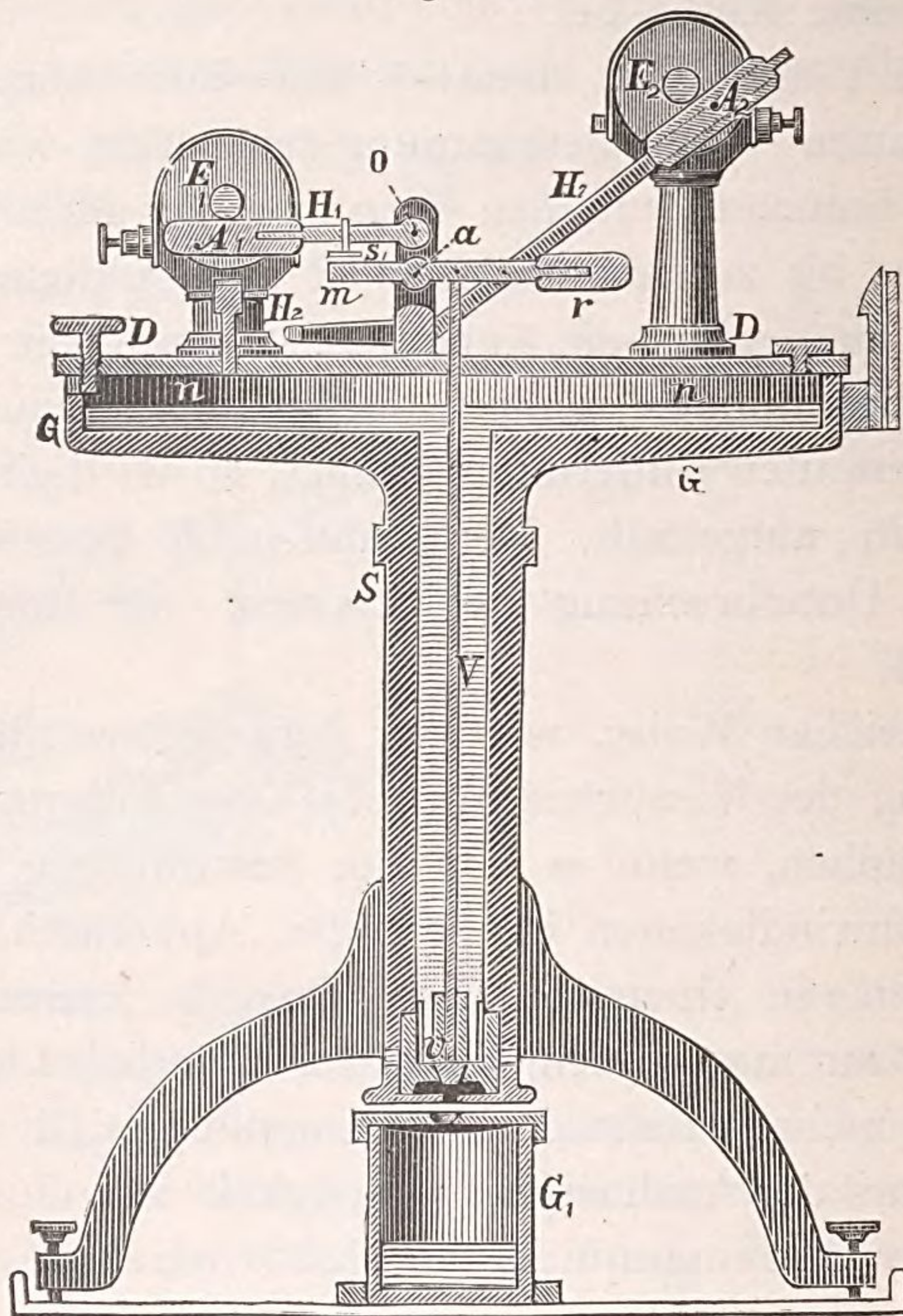
Ein auf der Ausflussgeschwindigkeit von Quecksilber beruhender Chronograph ist die elektrische Klepsydra von Le Boulengé.

Dieser Apparat besteht aus einem flachen cylindrischen Behälter G (Fig. 52) aus Eisen, welcher mit einer Ausflussröhre S in Verbindung steht, und zwei Elektromagneten E_1 und E_2 , die vermittelt Hebelübertragung das Oeffnen oder Schliessen eines Ventiles ν am unteren

Ende der Röhre S bewirken können. Der ganze Apparat wird durch eine auf drei Füßen ruhende Säule getragen, innerhalb welcher die Röhre S befindlich ist.

Die Wirkungsweise ist folgende: Der Elektromagnet E_1 wird von einem elektrischen Strome durchflossen,

Fig. 52.



dessen einer Leitungsdraht an der Mündung des Geschützes vorübergeführt ist und somit zerrissen werden muss, wenn das Geschoss aus dem Laufe herausdringt. So lange der Stromkreis intact ist, hält der Magnet E_1 den um die Axe o drehbaren Hebel H_1 fest. Der Hebel H_1 steht

aber mit einem zweiten doppelarmigen um a drehbaren Hebel mar in Verbindung, welcher seinerseits mit der Ventilstange V vereinigt ist. Durch diese Vorrichtung bleibt das Kegelventil ν geschlossen, wenn der Elektromagnet E_1 magnetisch ist. In dem Momente, als das Geschütz abgefeuert wird, erfolgt Stromunterbrechung, der Hebel H_1 fällt sammt dem Anker A_1 ab und der Stift s_1 drückt den Arm ma des Ventilhebels nach abwärts, wodurch die Ventilstange gehoben und das Ausflussventil geöffnet wird.

Das Quecksilber beginnt nun in ein untergestelltes Gefäss G auszufließen. Durch den Umstand, dass die Ausflussöffnung sehr klein, die Oberfläche des Quecksilber-Niveaus in dem oberen, weiten Gefässe dagegen sehr gross ist, wird bewirkt, dass die Ausflussgeschwindigkeit für den angestrebten Zweck als vollkommen gleichmässig angesehen werden kann.

Der Elektromagnet E_2 wird ebenfalls von einem elektrischen Strome durchflossen, dessen Leitung einen Schiessrahmen (wie in Fig. 51) durchzieht. Sobald das Geschoss den Rahmen erreicht und die Drähte desselben zerreisst, wird dieser zweite Strom ebenfalls unterbrochen und der Winkelhebel H_2 , welcher bis dahin mittelst des Ankers A_2 festgehalten wurde, fällt ab und drückt dabei den Arm ma des Ventilhebels wieder in die Höhe, wodurch die Schliessung des Ventiles ν durch Senkung der Stange V erfolgt.

Aus der Menge des ausgeflossenen Quecksilbers kann nun die Zeit berechnet werden, welche zwischen dem Oeffnen und Schliessen verstrich, nachdem bekannt ist, wie viel Quecksilber aus dem Apparate in einer Secunde ausfliesst.

So ganz direct kann dies jedoch nicht genommen werden, sondern bedarf noch der Anbringung einer Correctur. Der erste Hebel H_1 öffnet nämlich nach Zerreißung der ersten Strombahn das Ventil in einer kürzeren Frist, als es der zweite Hebel H_2 nach Unterbrechung des zweiten Stromkreises wieder schliesst, weil letzterer den Druck der ganzen Quecksilbersäule überwinden und das in dem Ventile selbst befindliche Quecksilber erst zurückdrängen muss.

Wenn man daher beide Stromkreise mittelst einer geeigneten Vorrichtung (Disjoncteur) in ein und demselben Zeitmomente unterbricht, so fliesst immer eine kleine Quecksilbermenge aus, obwohl nach der Theorie des Apparates hierbei kein Ausfluss stattfinden sollte. Durch mehrere Vorversuche wird die Menge dieses Quecksilbers ermittelt und dann bei Bestimmung der Geschoss-Geschwindigkeiten ein gleicher Betrag in Abzug gebracht.

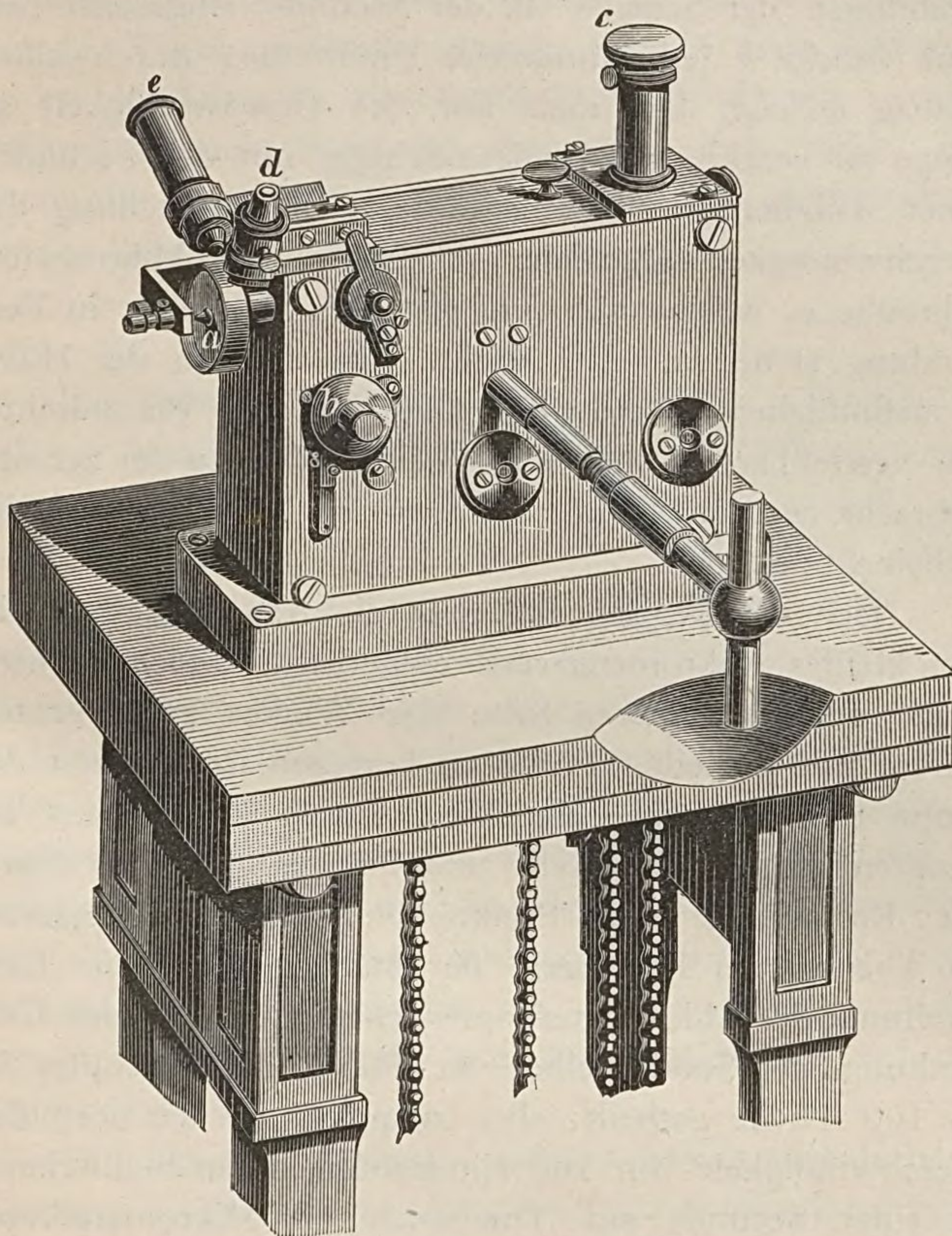
Die Klepsydra ist vornehmlich zur Messung verhältnissmässig längerer Zeiträume, z. B. des Geschossfluges durch die ganze Flugbahn, bestimmt und eignet sich mehr dafür, eine längere Zeitdauer genau zu messen, als zwei sehr rasch aufeinanderfolgende Zeitmomente zu registriren.

Ueber den Chronograph von Siemens entnehmen wir einem Aufsatze von Dr. O. Frölich (Elektro-techn. Zeitschrift, 1880) Nachstehendes:

„Die rotirende Scheibe a (Fig. 53) des Funken-Chronographen mit schnellem Gange ist von Stahl und polirt; der Durchmesser derselben beträgt 40 Mm., die Breite der Mantelfläche, auf welche die Funken überspringen, 10 Mm. Die Geschwindigkeit derselben ist

während längerer Zeit constant, wie sich leicht an der Höhe des vom Räderwerk erzeugten summenden Tones

Fig. 53.



erkennen lässt. Dieselbe lässt sich zwischen etwa 80 und 120 Umdrehungen der Scheibe in der Secunde auf jeden beliebigen Werth einstellen; vermittelst eines sogenannten Sinusregulators wird jede etwa auftretende Unregelmässig-

keit des Ganges schnell beseitigt und die Geschwindigkeit auf den einmal eingestellten normalen Stand zurückgebracht. Gewöhnlich wird das Werk auf 100 Umdrehungen der Scheibe in der Secunde eingestellt. Da eine Glocke *b* jede hundertste Umdrehung durch einen Schlag anzeigt, hat man nur die Geschwindigkeit so lange zu verändern, bis diese Schläge mit den Secunden einer Taschenuhr übereinstimmen. Die Einstellung der Geschwindigkeit geschieht vermittelt der Mikrometerschraube *c*, welche auf eine mit dem Regulator in Verbindung stehende Feder wirkt. Aus dem in der Hülse *d* befindlichen, durch das Glas isolirten Platindrahte, der verstellbar ist und in möglichste Nähe zu der Scheibe gebracht werden kann, springen die Funken auf die Scheibe über.

Nach der Registrirung wird die Axe der Scheibe in ein kleines Mikrometerwerk eingerückt, welches durch einen an der hinteren Seite des Werkes angebrachten Knopf mit getheilter Platte zu bewegen ist. Mittelst der Lupe *e* werden die einzelnen, durch die Funken erzeugten Punkte eingestellt und an der getheilten Platte die Entfernung der Punkte voneinander abgelesen, in Theilen der Peripherie der Stahlscheibe. Eine Umdrehung des Mikrometerkopfes entspricht $\frac{1}{100}$ der Umdrehung der Stahlscheibe; die Platte dieses Kopfes ist in 100 Theile getheilt; also entspricht bei der normalen Geschwindigkeit von 100 Umdrehungen der Stahlscheibe in einer Secunde ein Theilstrich am Mikrometerkopfe $\frac{1}{1000000}$ Secunde. Der todtte Gang der Mikrometerschraube beträgt höchstens 3 bis 4 Theilstriche; also lassen sich die zwischen den Funken verflossenen Zeiten sicher bis auf diese Genauigkeit messen. Das Werk ist auf einem

eisernen Gestell montirt und wird durch Gewicht getrieben.

Die wichtigste technische Anwendung des Funken-Chronographen besteht in der Bestimmung der Geschwindigkeit der Kugel im Geschützrohre, sowohl beim Gewehr, als bei der Kanone; diese Bestimmung bietet das einzige bisher bekannte Mittel, um namentlich den Verlauf der Entzündung des Pulvers und der im Rohre entstehenden Drücke kennen zu lernen."

Das bisher von Siemens angewendete directe Verfahren besteht darin, dass man das Geschütz oder das Gewehr mit einer Reihe von Anbohrungen versieht, in welche sorgfältig isolirte Drähte eingeführt werden. Diese Drähte ragen in die Seele des Geschützes hinein und werden beim Schuss von dem mit einem schneidenden Ringe versehenen Geschosse zerrissen, so dass der Draht in leitende Verbindung mit Geschoss und Geschütz tritt. Jeder Draht wird mit der einen Belegung einer geladenen Leydener Flasche verbunden, während sämmtliche andere Belegungen derselben mit der Platinspitze, das Geschütz und die Trommel des Chronographen mit der Erde verbunden werden. Sowie ein Draht zerrissen wird, springt daher ein Funke aus der Platinspitze auf die Trommel über.

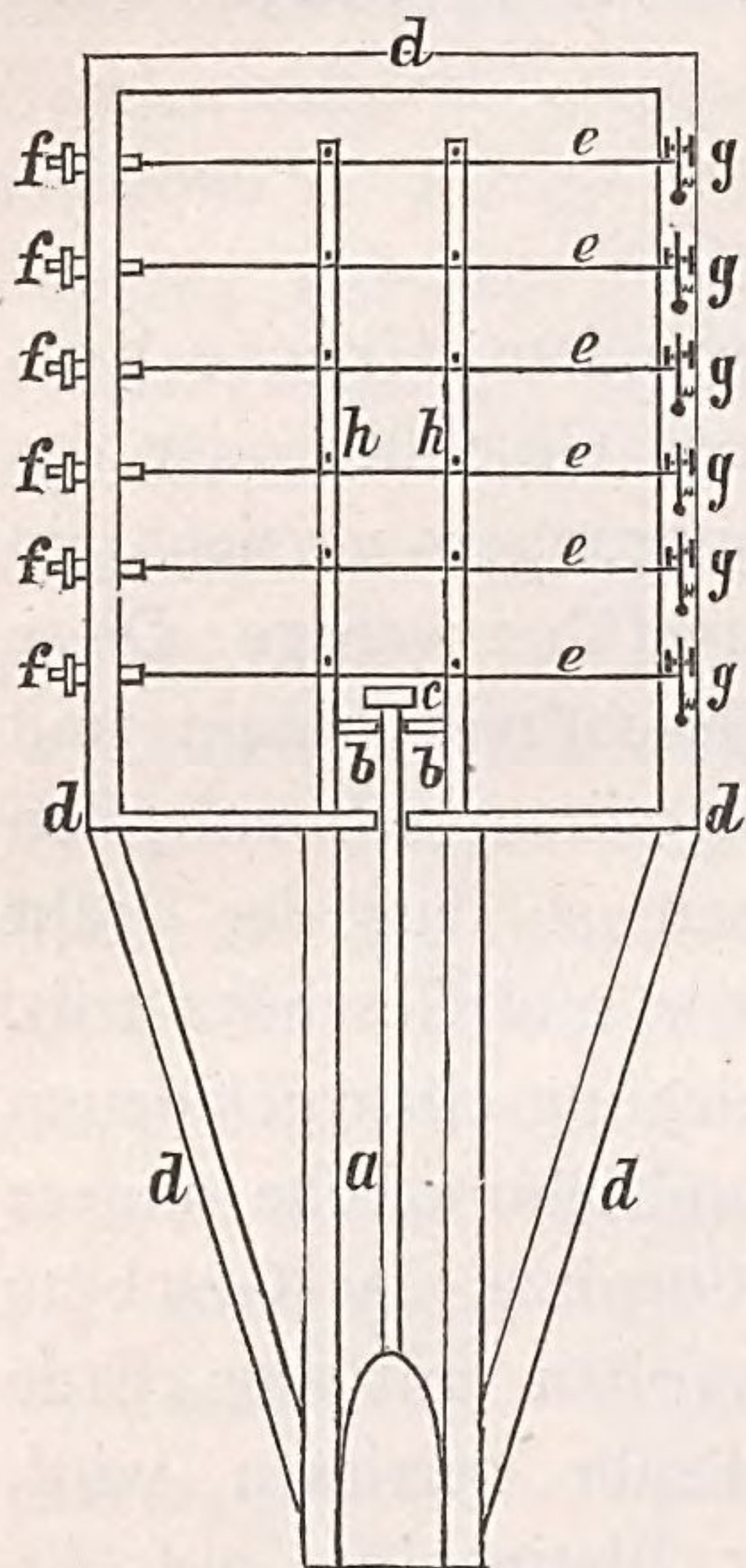
Mit diesem Verfahren, welches bereits mehrfach an Kanonen und Gewehren mit Erfolg zur Anwendung kam, ist namentlich der Uebelstand verbunden, dass zu dessen Ausführung das Geschütz angebohrt werden muss und daher zu anderweitigem Gebrauch untauglich wird; in Folge dessen kann dieses Verfahren nie ausgedehnte

Anwendung finden, namentlich nicht bei grossen Geschützen.

Um diesem Uebelstande abzuhelfen, wurde ein anderes Verfahren ersonnen. Dasselbe besteht in der Anwendung des Schiessens mit Stock. Ferner wurden die Leydener Flaschen, deren Ladung im Freien von den Witterungsverhältnissen beeinflusst wird,

durch Inductoren ohne Eisenkern ersetzt.

Fig. 54.



Nach dieser Methode wird auf das Geschoss (Fig. 54) ein aus der Rohrmündung hervorragender leichter Stock *a* aufgesetzt; die Verbindung des Stockes mit dem Geschoss geschieht durch ein Stückchen Gummischlauch, ist also nach allen Seiten beweglich. Von der Mündung geht der Stock durch ein oder zwei Führungslöcher, welche in Brettern angebracht sind; an dessen Ende trägt derselbe ein scharfes Kreuzmesser *c*.

Mit dem Geschütz fest verbunden ist ein kräftiges eisernes Gestänge *d* aus J-förmigem Schmiedeeisen, das sich vor der Geschütz-mündung um ungefähr die Länge des Geschützes erstreckt. Zwischen diesem Gestänge sind die feinen Stahldrähte *e* (von 0.2 bis 0.3 Mm. Durchmesser) gespannt. Dieselben sind einerseits an den Federspannern *f*, andererseits an den Öffnungscontacten *g* befestigt. Durch das Anspannen dieser Drähte werden

diese Contacts geschlossen, durch ihr Zerreißen geöffnet. Der elektrische Strom geht nur durch die Contacts, nicht durch die ausgespannten Drähte. Mit jedem Contacte ist eine kleine Batterie von Bunsen'schen Elementen und die primäre Spirale eines Inductors ohne Eisenkern verbunden. Die secundären Spiralen sämtlicher Inductoren sind hintereinander geschaltet und wirken auf den Funken-Chronographen, so dass das Zerreißen irgend eines Drahtes einen Funken am Chronographen erzeugt. Vor der Mündung erstrecken sich ausserdem noch zwei Holzleisten *h*, auf welchen hinter jedem ausgespannten Drahte Nägel eingeschlagen werden, damit sich der Draht vor dem Zerreißen an dieselben anlehnt; hierdurch wird das Ausbauchen des Drahtes vor dem Zerreißen verhindert. Diese Holzleisten, sowie die Führungsbretter müssen natürlich nach jedem Schusse erneuert werden.

Die Inductoren ohne Eisenkern sind zum vorliegenden Zweck eigens construirt, und zwar so, dass die Induction möglichst schnell und kurz verläuft. Die Zeit, deren diese Registrirung bedarf, ist äusserst klein und genau constant, ähnlich wie die Entladungszeit einer Leydener Flasche.

Ausser diesem oben beschriebenen Apparate wurde von Siemens auch ein Chronograph mit langsamerem Gange construirt, welcher in seiner Einrichtung genau gleich dem obigen Apparate ist und sich eben nur durch die langsamere Rotation der Trommel unterscheidet.

Ausser zur Bestimmung der Geschossgeschwindigkeit inner- und ausserhalb des Geschützrohres können diese Chronographen auch zum Studium des Verlaufes der Ströme von Zünd-Apparaten zur Zündung von Patronen, zur Bestimmung der Brennzeit eines Pulvers oder Zünd-

satzes, zur Eruirung der Explosionszeit und Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Explosion von Dynamit und ähnlichen Sprengstoffen etc. benutzt werden.

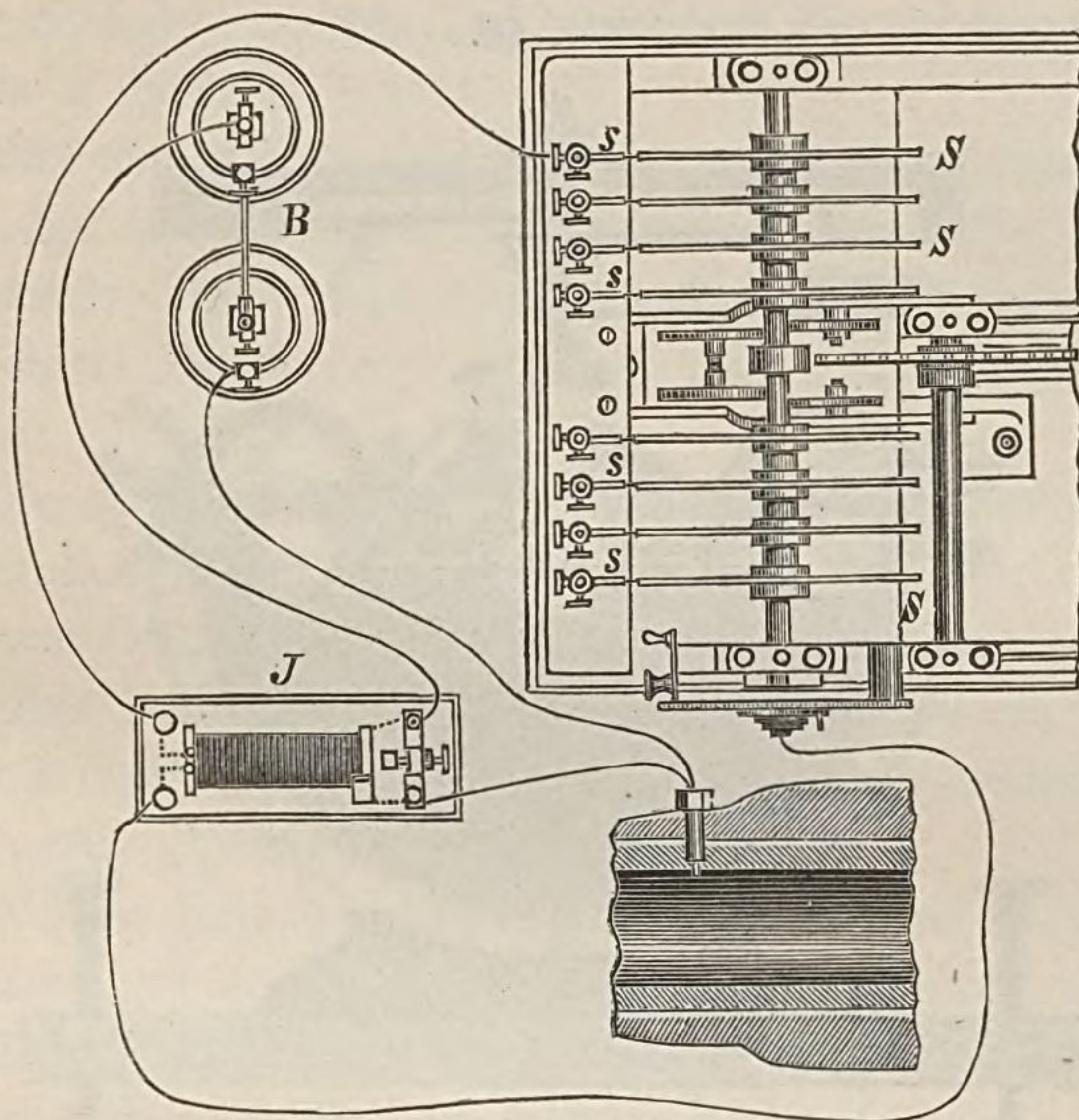
Chronograph von Noble. Dieser Apparat ist dem Principe nach ähnlich demjenigen von Siemens, die Anordnung der einzelnen Theile ist jedoch eine andere. An Stelle der einen rotirenden Trommel ist hier eine ganze Reihe paralleler und an gemeinsamer Axe aufgekeilter Scheiben *S* (Fig. 55) angebracht. Jeder Scheibe steht eine Metallspitze *s* nahe gegenüber, welche mit dem Ende der secundären Spirale je eines Inductions-Apparates *J* leitend verbunden ist. Das andere Ende dieser Spiralen steht durch einen Draht mit der gemeinsamen Axe sämtlicher Scheiben und somit mit diesen selbst in Verbindung.

Die Enden der primären Spiralen werden mit den galvanischen Batterien derart verbunden, dass durch die Geschossbewegung diese primären Leitungen in derselben Reihenfolge durchrissen werden, in welcher die zugehörigen Scheiben des Chronographen aufeinanderfolgen.

Durch die Unterbrechung des primären Stromes wird in der zugehörigen secundären Spirale ein Inductionsstrom erzeugt, welcher aus einer Drahtspitze, die der rotirenden Scheibe gegenübergestellt ist, auf letztere in Form eines Funkens überspringt. Die sämtlichen rotirenden Scheiben werden mit einer rauchenden Flamme (Terpentinlampe) angerusst, wodurch die Stellen, welche von dem Funken getroffen wurden, sich deutlich markiren. Aus den Abständen der auf den einzelnen Scheiben enthaltenen Marken und der bekannten Rotationsgeschwindigkeit lässt sich dann die Zeit berechnen, welche zwischen

der Markirung der einzelnen Punkte verstrich. Die Rotationsgeschwindigkeit der Scheiben muss durch Vorversuche derart eingerichtet werden, dass die Zeitdifferenz zwischen je zwei unmittelbar aufeinanderfolgenden Markierungen geringer ist, als die Dauer einer einmaligen Umdrehung der Scheiben. Mit dem Apparate können in

Fig. 55.

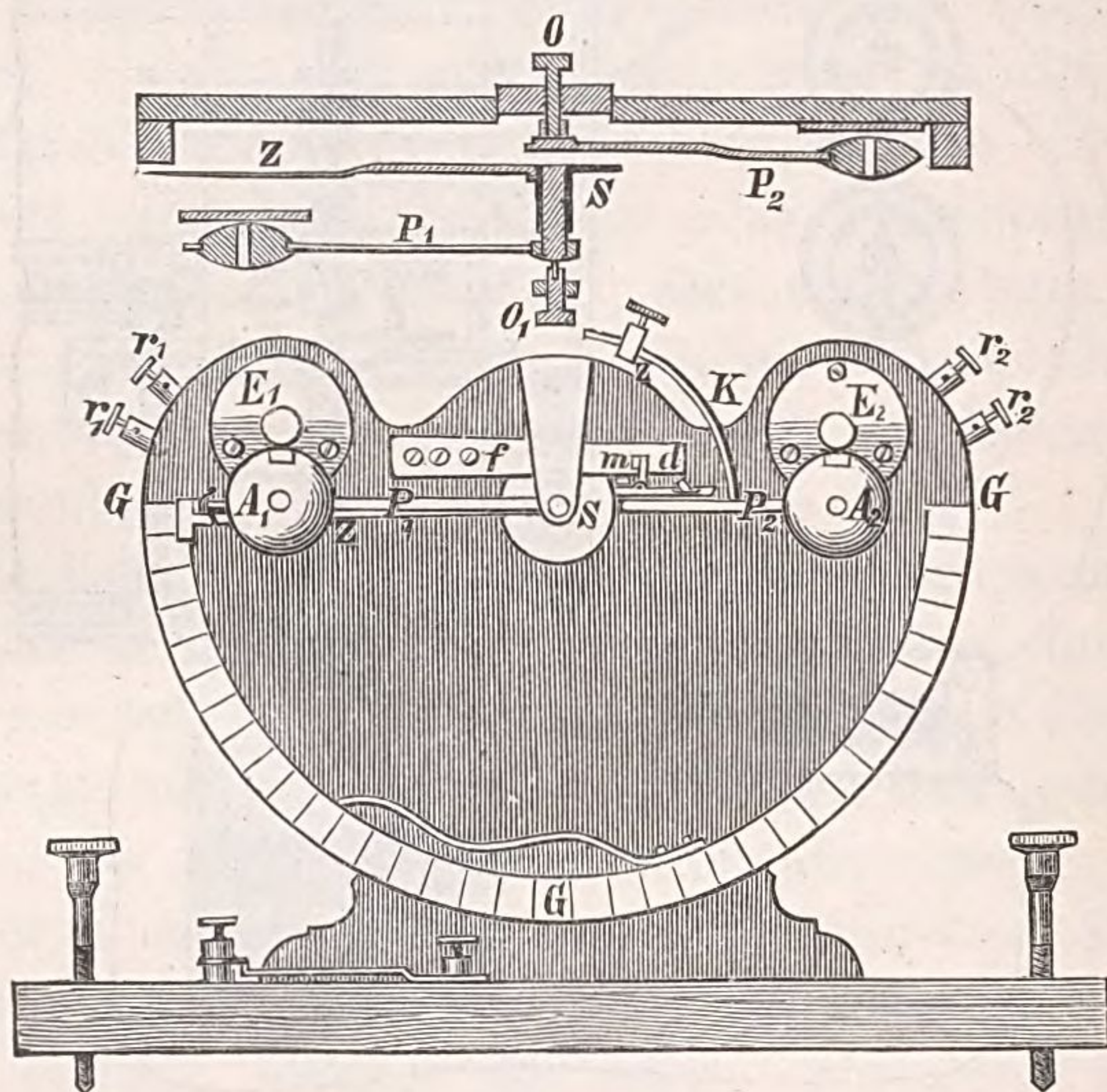


einem einzigen Versuche mehrere Zeitintervalle bestimmt werden, ohne dass eine Confundirung der einzelnen Marken zu befürchten wäre, was bei dem Siemens'schen Apparate leicht möglich ist.

Pendel-Chronograph von Navez-Leurs. Das Princip dieses Apparates beruht darauf, dass zwei metallene Pendel durch die Bewegung des Geschosses in zwei rasch aufeinanderfolgenden Zeitmomenten in Schwingungen

versetzt werden, wobei das später in Schwingung gerathende Pendel bei Beginn seiner Bewegung einen Zeiger arretirt, welcher gleichzeitig mit dem ersten Pendel schwingt. Die Einrichtung des Apparates ist folgende. An einem geeigneten Gestelle (Fig. 56) sind zwei Elektromagnete E_1 und E_2 in horizontaler Stellung befestigt. Die beiden um die Axe O beweglichen Pendel können

Fig. 56.



bis an die Pole der Magnete emporgehoben werden und werden hier festgehalten, so lange die Windungen der Elektromagnete von dem Strome durchflossen sind. Auf die Axe des Pendels P_1 ist eine kreisförmige Metallscheibe S , welche einen Zeiger Z trägt, mit leichter Reibung derart aufgesetzt, dass sie durch die Schwingungen des Pendels mitgenommen werden kann. Dieser Zeiger dient dazu, um an dem Gradbogen $G G$ jenen Weg

messen zu können, welchen das Pendel P_1 vom Beginne der Bewegung an, bis zu jenem Zeitpunkte, wo das zweite Pendel P_2 zu fallen beginnt, zurückgelegt hat.

Die Pendelstange von P_2 trägt an dem kleinen Kreisbogen K einen Zahn z , welcher dazu bestimmt ist, bei der Bewegung des Pendels auf den Hebelarm md zu drücken und hierdurch einen Keil m aus den Ansätzen hinter S_2 hervorzudrücken, wodurch die Arretirung des Zeigers Z bewirkt wird.

Um den Apparat zur Messung vorzubereiten, muss jeder der beiden Elektromagnete E_1 und E_2 in den Stromkreis einer separaten Batterie eingeschaltet und die beiden Pendel an die Pole der Magnete angelegt werden.

Die Anordnung der Stromkreise hat derart zu erfolgen, dass zuerst die Leitung von A_1 und erst nachher jene von A_2 durch das abgefeuerte Geschoss zerrissen wird. Der Pendel P_1 beginnt sodann zu fallen und dessen Zeiger Z wird nach der zweiten Stromunterbrechung durch den Pendel P_2 arretirt.

Würde diese Arretirung durch P_2 absolut momentan geschehen, so würde die Geschwindigkeit durch die von dem Zeiger Z durchlaufenen Gradtheile direct abgelesen werden können. Dies ist jedoch nicht der Fall, da die Activirung der Arretirungsvorrichtung eine bestimmte, wenngleich sehr geringe Zeit in Anspruch nimmt. Vor Ausführung der eigentlichen Messung muss daher diese Zeitdifferenz bestimmt werden, was dadurch geschieht, dass man durch einen Stromunterbrecher beide Leitungen in demselben Momente unterbricht und den auf diese Weise erfolgenden Ausschlag des Zeigers bei den späteren Versuchen in Abzug bringt.

Vergleichsversuche, welche zu Brasscheat mit dem Chronographen von Navez und mit dem Fall-Apparate von Le Boulengé gemacht worden sind, haben ergeben, dass der Apparat von Navez in seinen Angaben weniger Gleichförmigkeit aufweist, als jener von Boulengé, und dass beispielsweise die mit Navez' Apparat gemessenen Anfangsgeschwindigkeiten um etwa 1 Procent grösser ausfallen, als die von Boulengé's Apparat angegebenen Vergleichszahlen.

Geschwindigkeits-Messapparat von Sebert. Die nachstehende Beschreibung ist einem Aufsatze aus den „Mittheilungen über Gegenstände des Genie- und Artilleriewesens“, herausgegeben vom k. k. Militär-Comité in Wien, entnommen.

Dieser Apparat, auf welchen der Erfinder den Namen Velocimeter des von General Rodman zu gleichem Zwecke versuchsweise construirten Apparates übertragen hat, giebt ein Bild des Verlaufes der Rückspielung des Geschützes mit Bezug auf gleichwerthige Zeitintervalle, deren Grösse in dem von M. Sebert construirten Apparate $\frac{1}{1500}$ Secunde beträgt und zuverlässig noch weiter reducirt werden kann. Mitteltst besonderen Einrichtungen macht dieses Instrument ferner den Augenblick genau ersichtlich, in welchem das Geschoss die Mündung oder irgend einen anderen bestimmten Punkt der Bohrung passirt, und zeigt ebenso den Moment des Durchganges des Geschosses durch in dessen Flugrichtung aufgestellte Rahmen an.

Es giebt daher die Dauer der Geschossbewegung im Rohre und die Geschoss-Anfangsgeschwindigkeit an und kann die zum Messen der letzteren im Gebrauche befindlichen Apparate ersetzen.

Der Apparat besteht für die Registrirung der Rücklaufbewegung aus einem biegsamen Stahlbande AA in Fig. 57 von entsprechender Länge, welches in einer horizontalen, auf einer Platte angebrachten Coulissee gleitet. Die Platte selbst ist auf einem zunächst dem Geschütze aufgestellten Gestelle befestigt. Das an der oberen Fläche berusste Stahlband ist mittelst eines nach jeder Richtung biegsamen, aber nicht dehnbaren Stahldrahtes mit jenem Punkte des Rohres oder der Lafette, dessen Rücklauf registriert werden soll, verbunden. Es wird daher beim Rücklaufe des Geschützes mitgenommen und folgt genau dem Bewegungsgesetze desselben. Ueber dem Stahlbande ist eine Stimmgabel E_1 angebracht, die durch Elektrizität in Vibration erhalten wird.

Es steht nämlich den beiden Gabelzinken je ein Paar Elektromagnete gegenüber, deren Eisenkerne mittelst einer Schraube nach Bedarf mehr oder weniger in die Höhlung der Drahtspulen versenkt werden können, ähnlich der Vorrichtung beim Chronographen von Le Boulengé, um die Stärke der Elektromagnete zu reguliren.

Wenn der Strom der galvanischen Batterie die Drahtspulen passirt, so werden die Gabelzinken vom Elektromagnet angezogen; nach Unterbrechung des Stromes gehen dieselben wieder in ihre Ruhelage zurück und schwingen über dieselbe auf die entgegengesetzte Seite hinaus. Dieses Hin- und Herschwingen würde in kurzer Zeit der Bewegungshindernisse wegen sein Ende finden, wenn nicht dafür gesorgt wäre, dass während der Vibration der galvanische Strom abwechselnd geschlossen und geöffnet werde. Die eine Gabelzinke trägt nämlich noch eine stählerne Feder, welche abwechselnd zwei Contactschrauben berührt, wovon die eine mit der Batterie in leitender

Berührung steht und den Stromschluss herstellt, während die andere das Spiel der Feder begrenzt. Bei jedem Stromschlusse erhält die Gabelzinke einen neuerlichen Impuls zur Schwingung, und auf diese Weise wird die Gabel in Vibration und die Amplitude der Schwingungen stets in der gleichen Grösse erhalten.

Eine der Zinken dieser Stimmgabel trägt eine kleine, nach abwärts gebogene und in eine Spitze auslaufende Feder von Stahl, während die Stimmgabel selbst auf einer horizontalen Drehungsaxe sitzt, so dass sie dem Stahlbande genähert oder von demselben entfernt und die stählerne Feder leicht an die geschwärzte Fläche des Bandes gedrückt werden kann. So lange das Band in Ruhe ist, zeichnet die Feder der in Vibration gesetzten Stimmgabel nur einen einzigen Transversalstrich. Wird hingegen das Band von dem rückspielenden Geschütze mitgenommen, so beschreibt die Feder der vibrierenden Stimmgabel eine sich schlängelnde wellenförmige Linie, welche durch den Abstand der aufeinanderfolgenden Schwingungen den Verlauf der Rückspielung des Geschützes nach Zeitintervallen ersichtlich macht, welche genau der Schwingungszeit der Stimmgabel gleich sind.

An dem Apparate befindet sich ausserdem eine zweite stählerne, nach abwärts gebogene Feder, welche gerade unter der Feder E_1 liegt und an einem verschiebbaren und drehbaren Stäbchen befestigt ist.

Diese Feder zeichnet während der Bewegung des Bandes eine gerade Linie, welche die vorerwähnte Wellenlinie in ihrer Längenmitte durchschneidet und als die Gleichgewichtslage mit Bezug auf die Oscillationen der Feder anzusehen ist. Diese gerade Linie dient zur genauen Abmessung der einzelnen Momente des Rücklaufes.

Die Registrirung findet nur in der Länge des Bandes oder in der Ausdehnung des Rücklaufes des Geschützes eine Grenze.

Durch Aufnahme der Registrirung mittelst eines mikrometrischen Apparates, welcher mit einem Mikroskope versehen ist, kann man mit grosser Genauigkeit eine Curve construiren, welche die vom Geschütze zurückgelegten Wegstrecken als Function der Zeit giebt.

Bestimmt man die ersten Differenzen der aufeinanderfolgenden Wegstrecken, so kann man hieraus die successiven Geschwindigkeiten des Rücklaufes der Lafette ableiten, und wenn die zweiten Differenzen ermittelt werden und das Gewicht der bewegten Massen bekannt ist, für jeden Augenblick mit Rücksicht auf die Widerstände die auf das System wirkende Kraft und hieraus den auf den Stossboden ausgeübten Gasdruck ermitteln.

Um diesen Apparat in einen Chronographen umzugestalten, welcher die Flugzeiten für bestimmte Geschossewege, sei es in der Bohrung, sei es nach dem Verlassen derselben, messen soll, genügt es, zunächst der Stimmgabel kleine, von M. Deprèz construirte Registrir-Apparate (*G* in Fig. 57) in derselben Zahl aufzustellen, als Momente der Geschossbewegung fixirt werden sollen.

Diese Registrir-Apparate sind aus Elektromagneten gebildet, deren Anker um eine Axe drehbar sind und durch eine der magnetischen Anziehung entgegenwirkende Spiralfeder von den Polen der Magnete entfernt werden, sobald der galvanische Strom die Drahtwindungen zu passiren aufhört. Man bringt die Registrir-Apparate derart am Velocimeter an, dass die Federn auf dem Stahlbande des ersteren, so lange als der den Elektromagnet activirende Strom anhält, eine gerade Linie be-

schreiben, welche in dem Momente durch einen Quer-

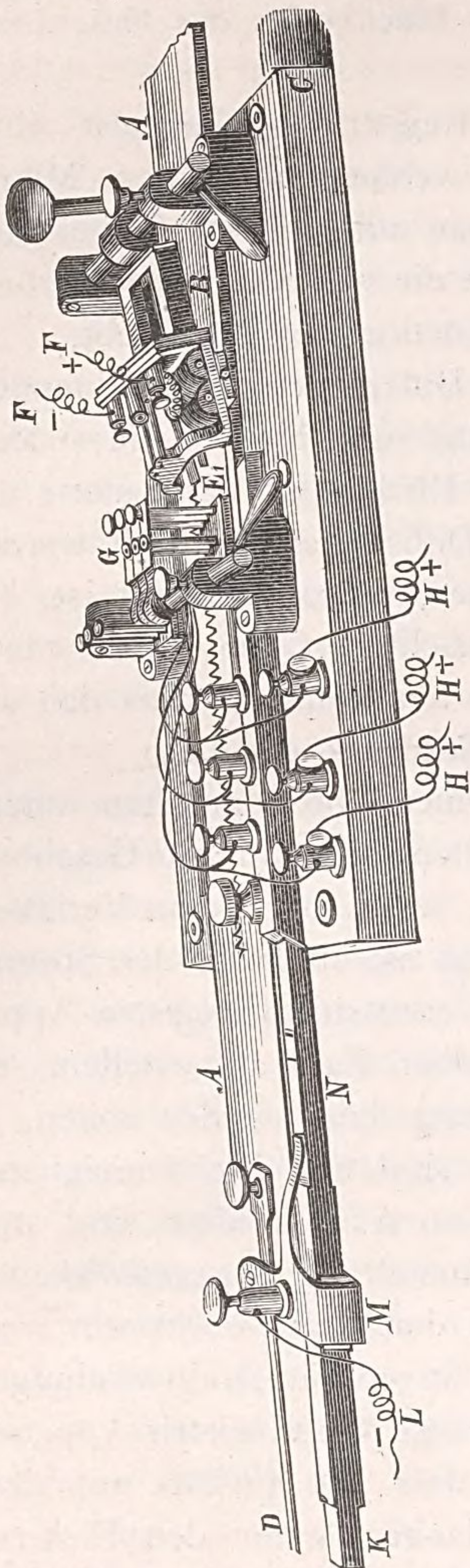


Fig. 57.

strich unterbrochen wird, als die Anker in Folge Aufhörens des Stromes in Bewegung gesetzt und durch die Feder um ihre Axe gedreht werden.

Bringt man einen solchen Registrir-Apparat in elektrische Verbindung mit einem eigenen, an der Mündung so angebrachten Unterbrecher, dass das Geschoss denselben beim Austritt aus der Bohrung treffen muss, so erhält man auf dem von dem rückspielenden Geschütze mitgenommenen Bande einen Moment des Geschossaustrittes genau bezeichnende Marke.

Wendet man überdies noch zwei Registrir-Apparate an, welche mit zwei in der Flugrichtung des Geschosses aufgestellten, mit Leitungsdrähten für elektrische Ströme überspannten Rahmen in Verbindung sind, so bestimmt

man in gleicher Weise die Augenblicke des Geschoss-

durchganges durch diese zwei Rahmen, so dass man hiernach die Geschossgeschwindigkeit berechnen kann. Wenn auch die von M. Deprèz construirten Registrir-Apparate sehr rasch functioniren und nur eine Verzögerung von $\frac{1}{2000}$ Secunden bewirken, erlaubt doch die vom Apparate verlangte Genauigkeit nicht, diesen Fehler zu vernachlässigen. Weil diese Verzögerung ferner nach äusseren Bedingungen (Gattung und Stärke der Batterie, Widerstand der Leitung etc.) verschieden ist, wird es nothwendig, derselben jeden Augenblick Rechnung zu tragen. Der Apparat ist nun derart eingerichtet, dass der Werth dieser Verzögerung durch eine sehr einfache Vorrichtung, wenn nöthig, vor jedem Schusse bestimmt werden kann. Zu diesem Behufe sind die Leitungsdrähte, welche die Elektromagnete umkreisen, bei ihrem Austritte aus denselben gemeinsam an ein metallenes, parallel zur Führung des Stahlbandes liegendes Lineal *K* geschaltet. Von demselben gelangt der Strom mittelst einer auf dem Lineal sich reibenden Metallfeder zu einem mit dem Stahlbande verbundenen Gleitstücke *M*, welches auf dem Lineale isolirt schleift. Auf letzterem ist überdies ein isolirendes Plättchen *N* aus Elfenbein eingelassen. Spielt nun das Geschütz zurück und nimmt es dabei das Stahlband und das Gleitstück *M* mit, so werden vorerst die durch Berührung der Metallfeder und des Lineals geschlossenen, die Elektromagnete activirenden Ströme gleichzeitig während des kurzen Zeitintervalles unterbrochen, in welchem die Metallfeder das isolirende Plättchen passirt. Die Federn der Registrir-Apparate zeichnen sodann je ein kleines Häkchen, kehren jedoch nach Ablauf dieser kurzen Zeit, d. i. sobald die Feder wieder auf einem metallischen Theile des Lineales schleift, wieder

in ihre ursprüngliche Lage zurück. Zur Bestimmung der Verzögerung der Registrirung bringt man nun zuerst das Stahlband und das Gleitstück mit der Hand in eine solche Stellung, dass die Kante der Feder genau die Trennungslinie zwischen dem isolirenden Plättchen und dem metallischen Lineal berührt. In diesem Augenblicke zeichnen die Federn der Registrir-Apparate die Querstriche, welche genau die geometrische Lage angeben, in welcher sich die Spitze jeder der Federn befindet, wenn der Strom unterbrochen wird.

Wiederholt man sodann die Stromunterbrechung, indem man das Stahlband rasch in Bewegung setzt, so wird man Querstriche erhalten, welche mit den vorherigen nur übereinfließen könnten, wenn die zum Functioniren des Registrir-Apparates erforderliche Zeit absolut gleich Null wäre, weil im Gegenfalle die Federn noch eine gewisse Strecke zwischen dem Augenblicke der Stromunterbrechung durch das isolirende Plättchen und jenem, in welchem sie ihre Bewegung beginnen, zurückgelegt haben werden. In der Praxis tritt dies, da es unmöglich ist, einen Registrir-Apparat zu erzeugen, dessen Verzögerung des Functionirens gleich Null ist, immer ein und man erhält stets einen messbaren Abstand zwischen den bei dem ersten Versuche gewonnenen und den bei der raschen Bewegung des Bandes erzeugten Querstrichen. Dieser Abstand versinnlicht eine bestimmte Zeit, welche leicht zu ermitteln ist, weil das auf dem Stahlbande durch die vibrirende Stimmgabel hervorgebrachte Diagramm die jeder linearen Verschiebung des Bandes entsprechende Zeit angiebt.

Die in Rede stehende Verzögerung des Functionirens der Registrir-Apparate ist theils eine Folge der nicht

augenblicklichen Entmagnetisirung der Elektromagnete und theils eine Folge der nicht momentanen Wirkung der mechanischen Organe, welche die Federn in Bewegung setzen.

Dieselbe ist die Summe dieser beiden Verzögerungen und kann „Verzögerung des Ausschaltens“ genannt werden. Der Abstand der aufeinanderfolgenden Marken der Registrir-Apparate wird mittelst eines mikrometrischen Apparates abgelesen, welcher auch zum Ablesen des Diagrammes der Stimmgabel dient. Man zählt unter Einem die Zahl der Schwingungen der Stimmgabel, welche dem Abstände zweier Marken entsprechen, und nimmt das Mittel der ganzen Schwingungsweite, um Bruchtheilen der Schwingungszeit Rechnung tragen zu können. Man bestimmt so die den verschiedenen Marken der Registrir-Apparate entsprechenden Zeiten und vermindert dann jede einzelne um die zugehörige Verzögerung.

Der Apparat gestattet anstandslos die Ablesung des $\frac{1}{100000}$ Theiles einer Secunde; da jedoch die Unterschiede in den Verzögerungen der Registrir-Apparate den $\frac{50}{1000}$ Theil einer Secunde erreichen können, kann man in der Ausübung auf keine genauere Abschätzung der Zeit als auf den letzteren Werth zählen.

IV.

Die elektrische Beleuchtung.

Die elektrische Beleuchtung hat, wie allbekannt, in den letzten Jahren einen ganz ausserordentlichen Aufschwung genommen und die Gründung zahlreicher Unternehmungen und Gesellschaften mit sehr bedeutenden Capitalien ins Leben gerufen. Eine grosse Zahl von Technikern und Erfindern ist mit geradezu fieberhaftem Eifer bestrebt, fortwährend Neuerungen und Verbesserungen einzuführen, und die bei den elektrischen Ausstellungen vorgeführten, bisher erzielten Resultate in dieser Richtung haben in den weitesten Kreisen ein lebhaftes Interesse für die elektrische Beleuchtung erweckt.

Es wurde daher auch von Seite der verschiedenen Kriegsverwaltungen nicht gezögert, sich den neuen Gegenstand nutzbar zu machen, und sind bereits thatsächlich bei den meisten Kriegsmarinen der europäischen Staaten, sowie zum Theil auch bei den Landarmeen elektrische Beleuchtungs-Systeme eingeführt worden.

Bevor wir auf die Besprechung der verschiedenen Methoden der Lichterzeugung und deren Anwendung für militärische Zwecke eingehen, wollen wir zunächst die Erörterung der Frage voranschicken, welche Vortheile

die elektrische Beleuchtung eigentlich vor anderen Beleuchtungsarten voraus hat.

Zunächst ist in dieser Hinsicht zu trennen die Anwendung grosser elektrischer Lampen (Regulatoren mit Volta-Bogen) mit sehr starkem Lichteffecte und die Anwendung kleiner sogenannter Glühlampen von geringer Leuchtkraft.

Als Vortheile des elektrischen Lichtes mit Volta-Bogen, dessen Anwendung sich hauptsächlich im Freien oder in sehr grossen Räumen empfiehlt, wäre zunächst zu erwähnen, dass die Erzeugung desselben bei gleicher Lichtstärke weitaus billiger kommt, als die anderen Beleuchtungsmittel; relativ nicht vieler Umstände und Vorbereitungen zu seiner Erzeugung bedarf; in jeder erforderlichen Stärke hergestellt werden kann; ferner dass der lichterzeugende Apparat, wenn nöthig, in bedeutender Entfernung von der Lampe aufgestellt werden kann und die Lampe selbst leicht transportabel ist. Abgesehen von diesen und anderen Vortheilen ist aber zuweilen das elektrische Licht überhaupt das einzig anwendbare Mittel zur Erzeugung einer intensiven Lichtquelle; so beispielsweise auf Kriegsschiffen, bei nächtlichen Beleuchtungen auf freiem Felde, bei Strassen- und Brückenbauten etc.

Als Ersatz des elektrischen Bogenlichtes können vornehmlich nur das Drummond'sche Kalklicht und das Magnesiumlicht genannt werden. Zur Erzeugung des Drummond'schen Kalklichtes dient bekanntlich eine Knallgasflamme, durch deren intensive Hitze ein Cylinder aus Kalk in helle Weissgluth versetzt wird. Um dasselbe hervorzubringen, ist somit die Darstellung von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas erforderlich, womit eine ganze Reihe voluminöser Apparate und höchst umständliche

und nicht ganz gefahrlose Operationen verbunden sind. In dieser Hinsicht ist somit die Erzeugung des elektrischen Lichtes weitaus einfacher, da es hierzu nur der Anheizung und Wartung einer entsprechenden Dampfmaschine bedarf. Ueberdies kommt das Kalklicht ziemlich theuer zu stehen.

Das Magnesiumlicht dagegen, welches den namentlich für militärische Verwendung ganz ausserordentlichen Vortheil bietet, dass, mit Ausnahme der leicht transportablen Lampe selbst, gar keinerlei andere Apparate zur Erzeugung des Lichtes erforderlich sind, ist wegen seines geradezu unerschwinglich hohen Preises¹⁾ für eine längere Brenndauer nicht anwendbar. Man wird dasselbe daher nur in speciellen Fällen, etwa zu kurzen Signalgebungen oder dergleichen anwenden. Es ist jedoch zu vermuthen, dass gerade durch die Anwendung der dynamo-elektrischen Maschinen die Darstellung des Magnesiums bedeutend billiger bewirkt werden kann und der Preis desselben sich in einer nicht allzu fernen Zeit sehr ermässigen dürfte. Doch auch selbst dann wird die Anwendung des Magnesiumlichtes eine beschränkte bleiben müssen, da die starke Rauchentwicklung desselben die Benutzung in geschlossenen Räumen nicht gestattet und ebenso der Concentrirung des Lichtes durch Hohlspiegel oder Linsensysteme grosse Schwierigkeiten

¹⁾ Ein Kilogramm Magnesium in Bandform kostet derzeit 300 fl. österr. Währ. Eine sechsstündige Brenndauer einer Magnesium-Lampe mit vier Magnesium-Dochten würde circa 200 fl. Brennmaterial verzehren. Eine elektrische Regulatorlampe mit 4000 Kerzen Lichtstärke verursacht dagegen während einer sechsstündigen Brenndauer nur etwa 1 fl. 80 kr. Materialaufwand; das elektrische Licht ist somit unverhältnissmässig billiger.

bereitet. Es legt sich nämlich das bei der Verbrennung entstehende Magnesiumoxyd in dichten Schichten auf den Reflectoren an und macht dieselben in kürzester Zeit erblinden, was bei dem elektrischen Licht nicht der Fall ist.

Die Anwendung der kleinen elektrischen Glühlampen mit geringer Lichtstärke empfiehlt sich für militärische Zwecke wegen anderer Vorzüge, als das Bogenlicht. Die Feuersicherheit derselben macht sie geeignet zur Beleuchtung von Arbeitsräumen und Magazinen, in welchen leicht brennbare und feuergefährliche Stoffe aufbewahrt werden; ebenso zur Beleuchtung der Innenräume von Schiffen. Bei letzteren kommt noch der Umstand hinzu, dass die elektrischen Glühlampen weder den Sauerstoff der umgebenden Luft verzehren, noch sonst irgendwie einen Einfluss auf die Atmosphäre ausüben und daher in den engen Schlafräumen auf Schiffen sehr gesundheitszuträglich sind; auch ist die Wärmeausstrahlung geringer als bei den sonstigen Beleuchtungsmitteln. Da auf den Kriegsschiffen ohnehin gewaltige Dampfmaschinen von 1000, 2000 Pferdekraften und darüber in Thätigkeit sind, so macht das Anhängen einer Dynamomaschine, die etwa nur 10 Pferdekraften in Anspruch nimmt (womit circa 120 Lampen gespeist werden können) überdies einen kaum merklichen Unterschied und kommt daher das elektrische Glühlicht auch nicht wesentlich theurer als die anderen Beleuchtungsmittel.

Ein weiterer Vorthail der Glühlampen ist der Umstand, dass dieselben in hermetisch abgeschlossenen Räumen brennen und daher weder durch Luftbewegungen noch durch eine Atmosphäre von irrespirablen Gasen alterirt werden. Diese Eigenschaft lässt sie für Beleuchtung von

Panzerthürmen, bei welchen im Momente der Abfeuerung der Geschütze ein starker Luftdruck entsteht, welcher die gewöhnlichen Flammen verlöscht, geeignet erscheinen, ebenso für Taucher-Apparate und die später beschriebenen Minen-Rettungs-Apparate.

Die äusserst kleinen Dimensionen der Glühlampen bei verhältnissmässig starkem Lichte gestatten es, dieselben auch zur Visitirung enger Räume, wie Geschützbohrungen und Gewehrläufe, zu verwenden. Für ärztliche Zwecke sind sogar Glühlampen nicht grösser als eine Erbse construirt worden, welche durch die Speiseröhre bis in den Magen des Patienten eingeführt werden können und mit Hilfe von Spiegeln zur Untersuchung der Innenwände des Magens dienen.

Verschiedene Arten der Erzeugung des elektrischen Lichtes.

Die Erzeugung des elektrischen Lichtes kann auf dreierlei Art bewirkt werden. Erstens mit dynamo-electrischen Maschinen, sodann mit magnet-electrischen Maschinen und endlich mit galvanischen Elementen.

Die dynamo-electrischen Maschinen erfordern einen Betrieb mit Dampf-, Gas- oder Wassermotoren. Man hat zwar auch dynamo-electrische Maschinen ganz kleiner Gattung für Handbetrieb gebaut, doch dürften hierfür die magnet-electrischen Maschinen vorzuziehen sein, da sie bei gleicher Grösse der Maschine stärkere Ströme liefern; wenigstens ist dies bei den gegenwärtig vorliegenden Constructionen der Fall. Dagegen sind für starke Kräfte die Dynamomaschinen viel vortheilhafter und die anfänglich construirten grossen magnet-electrischen Maschinen (System der Compagnie d'Alliance u. a.) sind durch dieselben gänzlich verdrängt worden.

Bezüglich des Handbetriebes von Maschinen zur Lichterzeugung muss bemerkt werden, dass derselbe nur dann praktisch durchführbar erscheint, wenn der erforderliche Kraftaufwand etwa $\frac{1}{8}$ Pferdekraft nicht übersteigt. Es können zwar auch grössere Leistungen durch Menschenkraft erzielt werden, doch führt dies einerseits sehr bald die Erschöpfung der Arbeitenden herbei und andererseits ist das auf solche Art erzeugte Licht ein unangenehmes, weil naturgemäss keine gleichförmige Rotationsgeschwindigkeit der Maschine hervorgebracht wird und daher der elektrische Strom bald stärker, bald schwächer ist, was einen stetigen Wechsel der Lichtintensität zur Folge hat.

Die Erzeugung des elektrischen Lichtes durch galvanische Elemente wird wohl thunlichst beschränkt und nur dann zur Aushilfe genommen werden, wenn der Maschinenbetrieb absolut nicht anwendbar ist. Solche Fälle können etwa dann eintreten, wenn die Raumverhältnisse der zu beleuchtenden Localitäten die Aufstellung eines Motors nicht gestatten und auch die Zahl der benötigten Glühlampen so gering ist (etwa 1 bis 8 Lampen), dass die Anschaffungskosten für Motor und Maschine sich im Verhältniss des Effectes zu hoch stellen würden, andererseits aber die Beleuchtung stunden- oder tagelang währen soll, was wieder den Betrieb von Handmaschinen ausschliesst.

Der Nachtheil der galvanischen Elemente für elektrische Beleuchtung liegt nicht sowohl in der Kostspieligkeit des Verbrauchsmaterials (Zink, Säuren und Mineralsalze, welche, rund genommen, circa sechszigmal theurer kommen, als der Betrieb von Dynamomaschinen mit Motoren bei gleichem Lichteffecte), sondern weit mehr

in der Umständlichkeit der Behandlung der galvanischen Elemente, welche in Folge der zahlreichen Klemmen, Verbindungen und Schaltungen hundertfältigen Anlass zu Irrungen und Störungen geben, insbesondere in der Hand von nicht sachkundigen Leuten. Um nicht Missverständniss herbeizuführen, muss jedoch bemerkt werden, dass nur der Materialverbrauch bei galvanischen Elementen sich theurer stellt, als bei Maschinen mit Motoren, dagegen sind die Anschaffungskosten bei letzteren, so lange es sich nicht um sehr starke Lichtentwicklung handelt, wesentlich höher. So kosten beispielsweise 20 Bunsen'sche Elemente 60 bis 80 Gulden, während eine Dynamomaschine von annähernd gleicher Leistungsfähigkeit sammt Motor 900 bis 1400 Gulden kostet. Die Betriebskosten eines so kleinen Motors, wie hier vorausgesetzt wurde ($\frac{1}{2}$ Pferdekraft), würden aber für die Dauer eines Jahres bei täglich vierstündigem Betrieb nicht unter 100 Gulden angesetzt werden können, während die Füllung der 20 Elemente für die gleiche Zeit circa 300 Gulden beansprucht. Bei täglichem Gebrauche bringen sich daher die höheren Anschaffungskosten der Maschine, gegenüber den galvanischen Elementen, erst nach fünf Jahren herein, bei nur periodischer Ingangsetzung der Lampen (etwa alle 14 Tage) aber erst nach 70 Jahren. Dieses Beispiel zeigt, dass durchaus nicht a priori behauptet werden kann, die Erzeugung elektrischen Lichtes mittelst Elementen sei immer theurer als bei Maschinenbetrieb. Es hängt dies vielmehr ganz von den speciellen Umständen ab und es kann auch die Beleuchtung mit Elementen billiger kommen, wenn man Anschaffungs- und Betriebskosten gleichzeitig ins Auge fasst. In jedem Falle ist aber die Beleuchtung mit Elementen viel umständlicher

und in Folge dessen auch unverlässlicher, als mit Maschinenbetrieb.

Die Hauptbestandtheile der dynamo-elektrischen Maschinen.

Es würde zu weit führen und liegt nicht in dem Rahmen vorliegenden Buches, auf die Theorie und Construction der verschiedenen dynamo- und magnet-elektrischen Maschinen einzugehen, da dies Gegenstand des ersten Bandes vorliegender Bibliothek ist, und wollen wir uns daher darauf beschränken, nur das Wesentlichste in dieser Beziehung zu erwähnen.

An allen dynamo-elektrischen Maschinen sind drei Hauptbestandtheile zu unterscheiden: 1. Der Elektromagnet, 2. der Anker oder Inductor und 3. der Stromabnehmer. Der Elektromagnet besteht aus einem massiven Stücke weichen Eisens, welches mit einem grösseren oder geringeren Quantum dicken, isolirten Kupferdrahtes überwickelt ist. Die Form des Magnets richtet sich je nach der Construction der Maschine (meistens gerade oder hufeisenförmige Cylinder); ebenso ist die Anzahl der bei den Maschinen angebrachten Magnete je nach Umständen verschieden. Der Inductor besteht aus einer oder mehreren Drahtspulen, welche mitunter zur Erzielung stärkerer Effecte auf Unterlagen aus weichem Eisen aufgewickelt, sonst aber auf messingenen oder auch selbst hölzernen Unterlagen aufgewunden sind. Die Dicke, Länge und Zahl der Drahtumwindungen richtet sich nach dem Zwecke, dem die Maschine dienen soll. Um hohe Spannungen des elektrischen Stromes zu erreichen, müssen sehr zahlreiche Windungen angewendet werden, welche dann naturgemäss aus dünnem Drahte sind, wenn die Maschine nicht übermässig grosse Dimensionen er-

halten soll. Wenn dagegen nur geringe Spannungen, jedoch möglichst kräftige Ströme gewünscht werden, so ist die Anwendung weniger Windungen, jedoch aus dickem Drahte, geboten und starke Magnete. Fast bei allen Dynamomaschinen sind die Elektromagnete mit der Unterlage der Maschine fix verbunden, während der Inductor auf einer drehbaren Axe befestigt ist und zwischen den Polen der Magnete in rasche Rotation versetzt werden kann. Die Rotationsgeschwindigkeiten, welche man den Inductoren giebt, variiren etwa zwischen 400 bis 2400 Touren pro Minute. Der dritte Hauptbestandtheil der Maschine, der Stromabnehmer, besteht gewöhnlich aus Streifen von Kupferblech oder Bürsten aus blankem Drahte, welche auf einem auf der Axe des Inductors aufgesetzten Cylinder aus isolirender Masse schleifen.

In diesen Cylinder sind mehr oder weniger viele Metallstreifen eingesetzt, welche mit den Enden der einzelnen Drahtspulen des Inductors in Verbindung stehen. Der Stromabnehmer hat den Zweck, den in dem Inductor durch Einwirkung der Elektromagnete erzeugten elektrischen Strom in die Drahtwindungen der Elektromagnete und zu den elektrischen Lampen zu führen. Bei manchen Dynamomaschinen wird in dem Inductor bei jeder Umdrehung desselben eine Reihe von Stromimpulsen hervorgebracht, wovon immer je zwei aufeinanderfolgende eine entgegengesetzte Bewegungsrichtung haben. Der Stromabnehmer kann dann so eingerichtet werden, dass er sämtliche Stromimpulse in gleiche Richtung lenkt und somit einen continuirlichen, gleichgerichteten elektrischen Strom zu Stande bringt. Man nennt ihn in diesem Falle Commutator (in der Praxis wird wohl öfter der Stromabnehmer als Commutator

bezeichnet, wenn er auch nicht commutirt, was jedoch nicht ganz correct ist).

Was die Theorie und Wirkungsweise der dynamo-elektrischen Maschinen anbelangt, so beruht dieselbe auf folgenden zwei Eigenschaften der Elektrizität:

1. Wenn man ein beliebig geformtes Stück Eisen mit einer Anzahl Windungen isolirten Drahtes umwickelt und durch den Draht einen elektrischen Strom leitet, so wird das Eisen zu einem Magnet. Die Stärke des so hervorgebrachten Magnetismus hängt einerseits von der Stärke des elektrischen Stromes, andererseits von der Sorte des Eisens ab, zum Theile auch von der Form des magnetisirten Stückes. Je stärker man den elektrischen Strom macht, um so stärkerer Magnetismus wird erhalten, doch kann man dies nicht beliebig weit treiben, sondern es giebt eine Grenze, über welche hinaus die Verstärkung des elektrischen Stromes keine Vermehrung des Magnetismus mehr hervorbringt. Man nennt diese Grenze die Sättigung des Magnets. Die Höhe des Sättigungspunktes hängt von der Sorte des Eisens ab; sie ist am grössten bei reinem weichen Schmiedeeisen, am kleinsten bei Gusseisen; Stahl steht in der Mitte und hat verschiedene Eigenschaften je nach seiner Härte. Das Verhältniss des magnetischen Momentes (d. h. der Magnetisirungsfähigkeit) wird durch nachstehende Zahlen ausgedrückt:

Schmiedeeisen	Harter Stahl	Gusseisen
0.49	0.26	0.22

Man ersieht hieraus, dass sich das Schmiedeeisen sehr bedeutend stärker magnetisiren lässt als der Stahl, und darin beruht zum Theile die Ueberlegenheit der

dynamo-elektrischen Maschinen gegenüber den magnet-elektrischen.

Wenn ein unmagnetisches Stück Eisen durch einen elektrischen Strom magnetisirt wurde, so hört der Magnetismus nicht auf, wenn man den elektrischen Strom unterbricht, sondern es bleibt ein grösserer oder geringerer Theil des Magnetismus in dem Eisen zurück. Diesen zurückbleibenden Theil nennt man den permanenten oder remanenten Magnetismus, während die magnetische Kraft während der Einwirkung des elektrischen Stromes als temporärer Magnetismus bezeichnet wird. Auch in dieser Beziehung unterscheiden sich die verschiedenen Eisensorten voneinander. Schmiedeeisen nimmt den Magnetismus fast momentan an und verliert ihn ebenso rasch, während Stahl und Gusseisen denselben langsam annehmen, dafür aber jahrelang behalten und überhaupt nie gänzlich verlieren, ausser wenn sie in stark glühenden Zustand versetzt werden. Während die oben angeführten Zahlen das Verhältniss des temporären Magnetismus ausdrücken, bezeichnen die nachstehenden den permanenten Magnetismus:

Schmiedeeisen	Stahl	Gusseisen
0.01	9.0	1.0

Auch aus dieser Eigenschaft ziehen die dynamo-elektrischen Maschinen Vorthail. Manche Constructionen derselben erfordern es nämlich, dass die rotirenden Eisen-theile innerhalb einer einzigen Secunde etwa 50- bis 300mal magnetisch und wieder unmagnetisch werden, was nur bei Anwendung sehr weichen Schmiedeeisens erreichbar ist. Bei den magnet-elektrischen Maschinen dagegen, welche Stahlmagnete haben, kommt der relativ grosse permanente Magnetismus zwar zu statten, doch

wird die magnetische Kraft nicht nur im Ruhezustande der Maschinen im Laufe der Zeit geringer, sondern noch viel mehr beim Gebrauch derselben, da das fortwährende Abreißen des rotirenden Ankers von den Polen der permanenten Magnete dieselben wesentlich abschwächt, während die Elektromagnete bei den Dynamomaschinen nicht geschwächt werden, weil der durch das Abreißen des Inductors verloren gehende Magnetismus im gleichen Momente durch den elektrischen Strom wieder ersetzt wird. Diese sämtlichen hier angeführten Daten beziehen sich auf den ersten Haupttheil der Maschinen, nämlich die Magnete.

Die zweite elektrische Grunderscheinung, welche bei der Construction der magnet- und dynamo-elektrischen Maschinen zur Anwendung gelangt, betrifft die Wechselwirkung zwischen Magnet und Inductor, durch welche die Erzeugung des elektrischen Stromes zu Stande kommt. Dieselbe lautet:

2. Wenn ein Elektrizitätsleiter (z. B. ein Metalldraht) dem Pole eines Magnets genähert oder von demselben entfernt wird, so entsteht in dem Leiter in dem Momente der Annäherung oder der Entfernung ein elektrischer Strom, welche Erscheinung als elektrische Induction bezeichnet wird.

Man unterscheidet acht verschiedene Arten der Induction, auf deren Specialisirung wir jedoch hier nicht eingehen wollen. Die Bewegungsrichtung der inducirten elektrischen Ströme ist verschieden je nach der Art der Induction. Wenn man den Leiter (bei den Maschinen Spulen isolirten Kupferdrahtes) dem Magnete nähert, so entsteht ein Strom von entgegengesetzter Richtung, als bei dem Entfernen. Ebenso ist die Stromrichtung bei

Annäherung an einen Südpol die entgegengesetzte, als bei Annäherung an einen Nordpol. Entfernt man dagegen einen Leiter von dem Nordpol eines Magnets und nähert ihn gleichzeitig einem Südpole, so entstehen zwei Stromimpulse von gleicher Richtung etc.

Alle Inductionsströme haben nur momentane Dauer. Sie werden in den Maschinen dadurch zu einem kontinuierlichen Strom vereint, dass man die einzelnen Inductionen sehr rasch aufeinanderfolgen lässt (etwa 40- bis 600mal in der Secunde).

Die Stärke der Induction und somit die Leistung der Maschinen hängt von verschiedenen Factoren ab.

Bei den magnet-elektrischen Maschinen, wo die wirkende Magnetkraft ein- für allemal durch den permanenten Magnetismus der Stahlmagnete gegeben ist, handelt es sich nur um die zweckmässigste Ausnutzung derselben. Man benennt den Raum zwischen den Magnetpolen als „magnetisches Feld“ und es ist die Aufgabe des Constructeurs, den Inductor derart in dem magnetischen Felde anzubringen, dass womöglich alle Drahtlagen des Inductors zur Stromerzeugung beitragen und keinerlei Inductionen in entgegengesetzter Richtung auftreten, welche sich gegenseitig aufheben würden. Bei gegebener constanter Magnetkraft ist die Stromerzeugung proportional der Umdrehungsgeschwindigkeit des Inductors.

Bei den dynamo-elektrischen Maschinen besitzen die Magnete im Ruhezustande der Maschine nur einen äusserst geringen Grad von Magnetismus. Wird jedoch der Inductor in Rotation gesetzt, so erzeugt dieser geringe Magnetismus einen ganz schwachen elektrischen Strom in dem Inductor. Durch den Stromabnehmer wird dieser schwache elektrische Strom in die Drahtwindungen

der Elektromagnete geleitet und dieselben nehmen hierdurch an Kraft zu. In Folge ihrer erhöhten Magnetkraft erzeugen die Elektromagnete nun wieder einen stärkeren Strom in dem Inductor, welcher abermals zu den Elektromagneten geführt wird und dieselben neuerdings verstärkt, und so wiederholt sich diese Wechselwirkung so lange, bis die Magnete ihren Sättigungspunkt erreicht haben und eine weitere Steigerung nicht möglich ist.

Damit die Maschine aber überhaupt zu diesem Maximum ihrer Leistung gelangen kann, ist es erforderlich, dass der elektrische Leitungswiderstand, welchen die Drahtwindungen der Elektromagnete dem Durchgange des Stromes darbieten, in einem günstigen Verhältnisse zu dem Leitungswiderstande in dem Inductor stehe. Welches dieses günstigste Verhältniss bei der jeweiligen Construction der Maschine ist, lässt sich zwar theilweise durch Theorie bestimmen, doch spielen hierbei auch mancherlei andere Factoren mit, welche sich dem mathematischen Calcul derzeit noch entziehen. Die zweckmässige Ausführung der verschiedenen Maschinensysteme ist daher meistens noch Sache der praktischen Erfahrung.

Verschiedene Arten der elektrischen Maschinen.

Je nach der Art des elektrischen Stromes, welchen eine Maschine liefert, und dem Zwecke, für welchen sie bestimmt ist, wird sie verschiedenartig bezeichnet.

Man unterscheidet zunächst Maschinen für gleichgerichtete Ströme, bei welchen alle durch Induction hervorgebrachten Stromimpulse in gleicher Richtung laufen und einen ebensolchen elektrischen Strom liefern, wie galvanische Elemente, und Wechselstrommaschinen, wo immer zwei aufeinanderfolgende Stromimpulse ent-

gegengesetzte Richtung haben, analog wie bei einem Rhumkorff-Apparat oder dem Entladungsschlage einer Leydener Flasche.

Als Beispiele von Maschinen mit gleichgerichteten Strömen mögen genannt werden die Maschinen von Schuckert, Edison, Gülcher, Fein, Bürgin, Wallace-Farmer, Niaudet, Heinrichs, Jürgensen, Fitzgerald, Naglo, Maxim und Kröttlinger.

Die Maschinen von Gramme & Siemens, welche mehr oder weniger als Typen für alle anderen Constructionen betrachtet werden können, liefern ebenfalls gleichgerichtete Ströme, doch werden sowohl von Gramme als von Siemens auch Maschinen für Wechselströme construiert.

Bei manchen Maschinen entstehen zwar in dem Inductor Wechselströme, doch werden dieselben durch den Commutator getrennt, so dass ein gleichgerichteter Strom aus der Maschine austritt. Dies ist beispielsweise der Fall bei den Maschinen von Brush, Weston, Holmes, Möhring & Baur, Muirhead & Hopkinson, Ball, La-chaussée, Andrew u. A.

Bei den eigentlichen Wechselstrommaschinen werden dagegen die Wechselströme nicht gerichtet, sondern in gleicher Weise, wie sie in dem Inductor entstehen, zu den Lampen geleitet. Als solche Maschinen nennen wir diejenigen von Jablochkoff, Wechselstrommaschine von Gramme, Wechselstrommaschine von Siemens, Maschine von Cyprianovsky (Ganz & Comp. in Pest), ferner die magnet-elektrische Maschine der Compagnie d'Alliance und diejenige von de Méritens.

Ein anderes Unterscheidungsmerkmal der Maschinen wird dadurch gegeben, ob dieselben bestimmt sind, nur eine einzige elektrische Lampe von sehr starker Leucht-

kraft oder gleichzeitig mehrere Lampen von geringerer Leuchtkraft zu speisen. Hiernach trennt man Maschinen für Einzellicht und Maschinen für Theilungslichter. Je mehr Theilungslichter eine Maschine gleichzeitig activiren soll, um so höher gespannte Ströme muss sie liefern. Maschinen, welche sehr viele Lampen in einem Stromkreise zu schalten gestatten (Brush schaltet 40 und sogar 117 Lampen in einen einzigen Stromkreis), nennt man daher auch Spannungsmaschinen, während im Gegensatze Maschinen von geringer Spannung, aber grosser Stromstärke als Quantitätsmaschinen bezeichnet werden. Doch ist diese Bezeichnung nicht ganz correct.

Da die Wechselstrommaschinen ihre eigenen Elektromagnete nicht zu activiren vermögen, so verwendet man hierzu kleinere Maschinen mit gleichgerichtetem Strome, welche dann als primäre oder Anregungsmaschinen bezeichnet werden, während die lichtgebende Wechselstrommaschine dann die secundäre Maschine ist.

Hinsichtlich des Zweckes, dem die dynamo- und magnet-elektrischen Maschinen dienen sollen, unterscheidet man ferner Lichtmaschinen und Maschinen für chemische Zwecke. Letztere unterscheiden sich wieder, je nachdem sie für Zerlegung von Kupfer- und Silbersalzen, oder zur Ausscheidung von Kobalt und Nickel, oder zur Zersetzung von Alkalisalzen etc. verwendet werden; ferner nach der Art und Weise, wie die Zerlegung stattfinden soll, ob in einem einzigen grossen Zersetzungstrog oder in vielen kleineren.

Bei den Lichtmaschinen sind wieder einzelne für specielle Lampengattungen bestimmt, so die Maschine von Maxim für Incandescenzlampen, die Jablochkoff-Maschine für Jablochkoff'sche Kerzen, die Edison-Maschine

für die Edison'schen Glühlampen etc., während die anderen Maschinen zumeist ebensowohl für Lampen mit Volta-Bogen, als auch für die übrigen Lampengattungen dienen.

Schliesslich muss erwähnt werden, dass auch für die elektrische Kraftübertragung specielle Maschinen gebaut wurden, die man wohl auch als „Kraftmaschinen“ benennt.

Hierbei wird jene Maschine, welche durch den Dampf-motor oder durch Wasserkraft getrieben wird, als die stromerzeugende oder primäre Maschine bezeichnet, während die zweite Maschine, in welcher der eintretende elektrische Strom den Inductor in Rotation versetzt, die Kraftmaschine oder secundäre Maschine ist.

Hinsichtlich der Form des Inductors kann man zwei Arten unterscheiden, welche mit einigen Variationen bei verschiedenen Systemen angewendet werden. Die eine dieser Formen beruht auf der Anwendung des von Gramme zuerst construirten Gramme'schen Ringes.

Hier besteht der Inductor aus einem kreisförmigen Ringe aus weichem Eisen, welcher mit einer grösseren Anzahl ebenfalls im Kreise angeordneter Drahtspulen umhüllt ist.

Eine zweite häufig wiederkehrende Form ist der Siemens'sche Cylinder-Inductor. Bei diesem bilden die Drahtspulen einen Cylinder, welcher im Verhältniss zu seinem Durchmesser eine ziemliche Länge hat und eben um diese Längensaxe zwischen den Polen der Magnete rotirt.

Ausser diesen Formen gibt es jedoch auch verschiedene andere Constructionen von durchaus origineller Anordnung der Inductorspulen.

Arten der elektrischen Lampen.

Zur Erzeugung des elektrischen Lichtes muss ausser der elektrischen Maschine noch ein anderes Organ, die Lampe, vorhanden sein, in welcher der Strom zur Hervorbringung des Lichtes ausgenutzt wird. In allen gegenwärtig gebräuchlichen Lampen besteht der leuchtende Körper aus künstlich bereiteten Kohlenstäben oder Kohlenfäden. Je nach der Art der Kohlenkörper oder der Methode, wie dieselben in dem Masse als sie abbrennen wieder emporgehoben werden, unterscheidet man jedoch folgende fünf Arten von Lampen:

1. Incandescenz- oder Vacuumlampen.
2. Glühlampen mit unvollständigem Contact.
3. Elektrische Kerzen.
4. Lampen mit gegeneinander geneigten Kohlen.
5. Regulatorlampen.

Bei den Glühlampen der ersten Art wird das Leuchten dadurch hervorgebracht, dass ein äusserst dünner Kohlenfaden oder Kohlenbügel, welcher an seinen beiden Enden an die Zuleitungsdrähte befestigt (angelöthet oder angekittet) ist, in Folge des grossen Widerstandes, welchen er dem Durchgange des elektrischen Stromes bietet, zu hellem Glühen gebracht wird. Um hierbei zu verhindern, dass die glühende Kohle durch den Sauerstoff der Luft entflammt wird und verbrennt, sind die Kohlenfäden in luftleer gepumpte Glaskugeln eingeschlossen und die verbindenden Zuleitungsdrähte (aus Platin bestehend) in das Glas hermetisch eingeschmolzen.

Die Leuchtkraft dieser Lampen variirt zwischen 2 bis etwa 40 Normalkerzen Helligkeit. Die bekanntesten Lampen dieser Art sind diejenigen von Edison, Swan, Maxim, Lane-Fox, Siemens, Müller, Greiner und Friedrichs,

Böhm, Diehl, Dr. Puluj, Cruto. Die Unterschiede zwischen diesen einzelnen Constructionen bestehen hauptsächlich in Bereitungsart und Dauerhaftigkeit der Kohle.

So bereitet Esidon seine Kohlenfäden aus Bambusfasern. Das Bambus wird durch Maschinen geschält, in Fasern von 1 Mm. Dicke und 12 Cm. Länge geschnitten und in eisernen Formen verkohlt. Die so erhaltenen U-förmigen Kohlenfäden werden durch einen galvanoplastischen Kupferniederschlag an kurzen Platindrähten befestigt und in das birnförmige Glasgefäß eingeschmolzen. Durch eine Quecksilberluftpumpe wird hierauf das Glasgefäß möglichst vollkommen luftleer gepumpt und zugeschmolzen. Die Dauer des Kohlenbügels bei normalem Glühen wird für 800 Brennstunden garantirt.

Swan bereitet seine Kohlenbügel aus Baumwollfasern, die in Schwefelsäure getränkt werden; Maxim verwendet Bristolpapier zur Erzeugung der Kohle, Lane-Fox Hanfasern etc.

Ein anderer Unterschied der verschiedenen Glühlampen-Systeme besteht in den Widerständen und dem Elektrizitätsverbrauche zur Erzeugung gleicher Helligkeit, ferner in der Form und Befestigungsweise der Kohlenbügel an den Platindrähten und der Art der äusseren Montirung der Lampe.

Die Glühlampen der zweiten Art mit unvollständigem Contact unterscheiden sich ganz wesentlich von den eben besprochenen. Hier wird ein beweglicher Kohlenstab, der entweder in Quecksilber schwimmt oder durch einen Mechanismus bewegt wird, lose an eine grössere Kohlenplatte oder Scheibe angedrückt. Durch seinen grossen elektrischen Leitungswiderstand geräth der dünne (1 bis 2 Mm. starke) Kohlenstab durch den elektrischen Strom

in helles Glühen und brennt, da er sich in freier Luft befindet, allmähig an der Contactstelle ab. Der Mechanismus drückt ihn in entsprechendem Masse stets an die Kohlenscheibe an, so dass der Contact nie gänzlich unterbrochen wird. Die Leuchtkraft dieser Lampen beträgt ungefähr 35 bis 200 Normalkerzen, jedoch ist hiermit ein relativ grosser Kraftverbrauch verbunden und es sind dieselben daher nicht sehr ökonomisch. Während beispielsweise bei einem Versuche eine Serrin'sche Regulatorlampe, in den Stromkreis einer Gramme'schen Maschine geschaltet, 2400 Normalkerzen Lichtintensität erzeugte, brachten sechs Glühlampen mit unvollständigem Contact nach System Reynier zusammen nur 585 Normalkerzen Helligkeit hervor bei gleichem Kraftverbrauch.

Die bekannten Systeme von Glühlampen dieser zweiten Art sind diejenigen von Reynier, Markus, Werdermann, Lescuyer, Brougham, Ducretet, Clamond, Hauck und Anderen.

Die dritte Art der elektrischen Lichterzeugung ist jene mit sogenannten elektrischen Kerzen. Die bekannteste Form unter diesen ist die Kerze von Jablochhoff. Zwei Kohlenstäbe von etwa 3 bis 5 Mm. Durchmesser und einer Länge von 20 bis 22 Cm. sind in geringer Entfernung parallel zueinander aufgestellt und durch eine dünne Zwischenschicht von Gyps isolirt.

Eine Kittmasse oder ein Graphitstäbchen verbindet die oberen Enden der Kohlenstäbe. Sobald nun ein elektrischer Strom eingeleitet wird, brennt das Verbindungsstück ab und es bildet sich ein Lichtbogen zwischen den Stäben, der durch seine intensive Hitze die isolirende Gypsschicht allmähig abschmilzt. Die Kohlenstäbe brennen dann, ähnlich wie gewöhnliche Kerzen, langsam

ab. Die Helligkeit beträgt 200 bis 900 Normalkerzen. Das Charakteristische der elektrischen Kerzen ist somit die Bildung eines Volta-Lichtbogens ohne Anwendung irgend einer Bewegungsvorrichtung für die Kohlenstäbe und die Parallelstellung derselben. Ausser von Jablchkoff wurden noch von Jamin, Wilde, Siemens u. A. elektrische Kerzen construiert.

Die Lampen mit gegeneinander geneigten Kohlen haben mit den elektrischen Kerzen die Einrichtung gemein, dass die Entfernung der Kohlenspitzen während der ganzen Dauer des Brennens sich nicht ändert, jedoch werden die Kohlenstäbe selbst im Masse der Abnutzung durch irgend einen Mechanismus nachgeschoben und sind selbe nicht parallel, sondern schief zueinander gestellt. Diese Lampen bilden daher eine Art Mittelglied zwischen den Kerzen und den eigentlichen Regulatorlampen. Bekannte Constructionen sind die Lampen von Soleil, Gérard, Rapieff, Heinrichs u. A.

Die am weitaus häufigsten angewendeten Lampen sind die Regulatoren für Bogenlicht. Wie schon der Name besagt, ist das Charakteristische derselben eine mechanische Regulirvorrichtung mittelst Zahnräder- und Hebelübertragungen, welche entweder durch Aufziehen eines Uhrwerkes oder durch Elektromagnete bewegt wird und die Aufgabe hat, die Entfernung der Kohlenstäbe der jeweiligen Stromstärke entsprechend zu reguliren.

Die Zahl der hierfür construirten Systeme und Patente ist ausserordentlich gross und kann wohl auf mehr als 600 veranschlagt werden. Als bekannte und in der Praxis bereits vielfach bewährte Lampen wären etwa zu nennen jene von Foucault-Duboscq, Serrin, Siemens, Gramme,

Piette und Křižík, Brush, Crompton, Bürgin, Jaspar, Gaiffe, Lontin, Sedlacek, Gülcher u. A.

Die Leuchtkraft der Lampen ist von etwa 300 Normalkerzen-Helligkeit als untere Grenze bis zu 150.000 Normalkerzen gesteigert worden. In der Praxis werden jedoch zumeist nur Lampen zwischen 700 bis 2000 Kerzen angewendet und nur für specielle Zwecke grössere Lichtstärken hervorgebracht. Für militärische Verwendung wird man dagegen Lampen von 5000, 10.000 und selbst bis zu 20.000 Normalkerzen in Betracht ziehen müssen, da es sich hier nicht um ökonomische Lichterzeugung, sondern vielmehr um möglichst grossen Lichteffect handelt.

Die elektrischen Masseinheiten.

Zum Schlusse dieser allgemeinen Erläuterungen wollen wir noch in Kürze die Bedeutung der gegenwärtig eingeführten elektrischen Masseinheiten erörtern, da dieselben die eigentliche Basis für die Beurtheilung und Charakterisirung der Lichtmaschinen sowohl wie der Lampensysteme bilden und in der Elektrotechnik vielfach genannt werden. Ein wenigstens allgemeines Verständniss der diesbezüglichen Begriffe ist somit unumgänglich nothwendig bei näherer Beschäftigung mit diesen Gegenständen. Wir beschränken uns hierbei nur auf Angabe der hauptsächlichsten Momente.

Die elektromotorische Kraft oder Spannung der Elektrizität ist jene Eigenschaft, vermöge welcher der elektrische Strom die seiner Fortpflanzung entgegenstehenden Hindernisse überwinden und sich fortbewegen kann. Um uns militär-technisch auszudrücken, ist die elektromotorische Kraft in der Elektrizitätslehre dasjenige, was die Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses in der

Ballistik ist. Mit je grösserer Geschwindigkeit sich die Geschützkugel bewegt, um so grössere Durchschlagskraft besitzt sie und um so weitere Wege kann sie zurücklegen. Ebenso vermag der elektrische Strom um so grössere Widerstände zu überwinden und der elektrische Funke eine um so grössere Schlagweite zu erlangen, je höher seine Spannung ist.

Als Einheit der Spannung hatte man früher jene elektromotorische Kraft angenommen, welche ein Daniell'sches Element (bestehend aus einer Kupfer- und Zinkplatte, wovon erstere in Kupfervitriollösung, letztere in verdünnte Schwefelsäure getaucht ist) hervorbringt. Um eine Vorstellung von der Grösse dieser Einheit zu geben, sei bemerkt, dass ungefähr 2000 Daniell'scher Elemente hintereinander geschaltet werden müssen, um in freier Luft einen elektrischen Funken von 1 Mm. Schlagweite zu erhalten. Ein magnet-elektrischer Zünd-Inductor, der eine Schlagweite von 1 Cm. besitzt, repräsentirt somit die elektromotorische Kraft von etwa 20.000 Daniell'schen Elementen; eine Reibungs-Elektrisirmaschine oder ein Rhumkorff-Inductor mit 30 Cm. Schlagweite kann auf etwa 600.000 Daniells elektrischer Spannung veranschlagt werden, während ein Bunsen'sches Element nur 1·8 Daniell, ein Thermo-Element aus Antimon und Wismuth nur 0·05 Daniells besitzt.

An Stelle des Daniell'schen Elementes hat man nun seit dem „Pariser elektrischen Congress 1881“ allgemein den Begriff von 1 Volt als Einheit der elektromotorischen Kraft angenommen. („Volt“ zur Erinnerung an Volta, den berühmten Erfinder der Volta'schen Säule und Begründer der Lehre von dem dynamischen Strome.) Das Verhältniss der beiden Masseinheiten ist Folgendes. Die

elektromotorische Kraft eines Daniell'schen Elementes wird in absolutem Masse¹⁾ durch die Zahl 112.000.000 ausgedrückt. Da diese Zahl für Rechnungen unbequem ist, so hat man dieselbe auf rund 100.000.000 reducirt und dieses Mass ein Volt genannt. Ein Daniell verhält sich daher zu einem Volt wie 112 : 100 oder wie 1.12 : 1.

Wenn daher 2000 Daniell-Spannungen einen Funken von 1 Mm. Schlagweite erzeugen, so entsprechen dem 2240 Volts. Die Spannung der elektrischen Ströme, welche mittelst dynamo-elektrischen Maschinen erzeugt werden, variiren zwischen etwa 40 und 2600 Volts. Zur Activirung der allerkleinsten Glühlampen mit ununterbrochenem Stromkreise (System Swan: 2 Kerzen-Lampen) sind 4 Volts erforderlich, zur Activirung der Edison'schen Lampen (16 Kerzen-Lampen) 103 Volts. Zur Erzeugung eines Kohlenlichtbogens sind mindestens 40 Volts nothwendig.

Ein anderer Grundbegriff ist jener des elektrischen Leitungswiderstandes. Fasst man den elektrischen Strom als eine Bewegung der kleinsten materiellen Theilchen auf, so kann man den Leitungswiderstand definiren als das Widerstreben der einzelnen Stoffe, die elektrische Bewegung anzunehmen. Die Ursache, dass der Leitungswiderstand bei verschiedenen Stoffen so ausserordentlich verschieden ist, dürfte seinen Grund vielleicht in der Verschiedenartigkeit der Lagerung der Atome und Moleküle und der dadurch bedingten ungleichartigen Wirkung der Molekular-Anziehungskräfte haben.

¹⁾ Bezüglich der näheren Definirung der Messungen in absolutem Masse müssen wir auf den X. Band vorliegender Bibliothek, das „elektrische Formelbuch“, verweisen.

Man unterscheidet im Allgemeinen gute und schlechte Elektrizitätsleiter und nennt erstere kurzweg Leiter, während die letzteren als Isolatoren bezeichnet werden. Gute Leiter sind sämtliche Metalle und die wässerigen Lösungen von Mineralsalzen und Säuren; Isolatoren sind Glas, Harz, Schwefel, trockene Luft etc. Es lässt sich jedoch keine scharfe Grenze zwischen Leitern und Isolatoren ziehen, sondern es kann vielmehr zwischen dem besten Leiter (Silber) und dem schlechtesten (Schwefel und Glas) eine mehr oder weniger continuirliche Reihe aufgestellt werden, bei welcher der elektrische Leitungswiderstand von seinem geringsten Werthe bis zu dem grössten (oft gar nicht mehr messbaren) aufsteigt, wie die nachstehende kleine Tabelle dies veranschaulicht:

Silber	1
Kupfer	1.29
Gold	1.79
Aluminium	2.97
Eisen	6.67
Platin	10.31
Quecksilber	47
Schwefelsäure	361.900
Kupfervitriollösung	15,950.000
Trinkwasser	658,000.000
Regenwasser	2.373,000.000
Reinstes destillirtes Wasser	650.000,000.000
Aether	47,000.000,000.000
Luft	?
Glas	?

Als Einheit des Leitungswiderstandes wurden früher verschiedene willkürliche Werthe angenommen; der Widerstand eines Kupferdrahtes von 1 Meter Länge und 1 Qua-

drat-Mm. Querschnitt (Jacobi'sche Einheit), ein ebensolcher Draht aus reinem Silber (Langsdorff'sche Einheit) oder ein Quecksilberfaden von den gleichen Dimensionen (Siemens'sche Einheit).

Seit dem Pariser elektrischen Congress ist nun hierfür allgemein als Einheit ein „Ohm“ eingeführt worden. Dieselbe schliesst sich am nächsten der Siemens'schen Einheit an; letztere wird nämlich in absolutem Masse durch die Zahl 944,000.000 ausgedrückt, während ein Ohm als rund 1000 Millionen angenommen wurde. Das Verhältniss von Siemens zu Ohm ist daher wie 944 : 1000 oder wie 0.944 : 1.

Der elektrische Leitungswiderstand der verschiedenen Stoffe hängt stets von der Länge und dem Querschnitte derselben ab. Ein Silberdraht von 47 Meter Länge und 1 Quadrat-Mm. Querschnitt hat beispielsweise den gleichen elektrischen Leitungswiderstand wie ein Quecksilberfaden von 1 Meter Länge und ebenfalls 1 Quadrat-Mm. Querschnitt. Wählt man dagegen einen Quecksilberfaden von 47 Quadrat-Mm. Querschnitt und einen Silberdraht von 1 Quadrat-Mm. Querschnitt, so haben dieselben bei gleicher Länge stets gleichen Leitungswiderstand.

Dieser Umstand erklärt, warum man auch grosse Wassermassen mit Vorthail zur Leitung des elektrischen Stromes verwenden kann, trotz des ausserordentlich grossen Leitungswiderstandes des Wassers. Würde man etwa einen Fluss oder Teich von 300 Meter Breite und 2 Meter Tiefe zur Disposition haben, so würde derselbe dem Durchgange der Elektrizität, theoretisch genommen, einen eben so geringen Widerstand bieten, als ein Silberdraht von 1 Quadrat-Mm. Querschnitt und gleicher Länge wie jene des Flusses oder Teiches, weil eben

die letzteren einen 600,000.000mal grösseren Querschnitt haben.

Der Leitungswiderstand in den dynamo-elektrischen Maschinen für Lichterzeugung variirt etwa zwischen 0.26 Ohms (Maschine von Gülcher) bis 23 Ohms (Maschine von Brush). Der Leitungswiderstand eines Meidinger-Telegraphen-Elementes beträgt etwa 4.7 Ohms, derjenige eines Daniell-Elementes 1.4 Ohms; eines Bunsen- oder Grove-Elementes 0.66 Ohms. Eine Bunsen'sche Batterie aus 50 für Lichterzeugung hintereinander geschalteten Elementen hat daher $50 \times 0.66 = 33$ Ohms Widerstand, während dieselbe Batterie, parallel geschaltet, nur $\frac{0.66}{50} = 0.0132$ Ohms Widerstand hat. Der Widerstand in dem Volta-Bogen bewegt sich etwa in den Grenzen von 1.8 bis 5 Ohms; der Widerstand in den Glühlampen mit vollständigem Contacte wechselt von 2 bis 150 Ohms.

Ein dritter wichtiger Begriff ist jener der „Stromstärke“ oder elektrischen „Intensität“. Um unser früheres Beispiel beizubehalten, kann man sich dieselbe folgendermassen veranschaulichen. Die elektromotorische Kraft haben wir mit der Geschwindigkeit einer Geschützkugel verglichen und gesagt, dass, je grösser die Geschwindigkeit ist, ein um so grösserer Weg von der Kugel, respective eine um so grössere Schlagweite von dem elektrischen Funken erreicht werden kann.

Die „elektrische Stromstärke“ dagegen wäre dem Gewichte der Geschützkugel zu vergleichen. Es ist klar, dass eine Geschützkugel, welche 5 Kg. wiegt und sich mit 200 Meter per Secunde fortbewegt, einen geringeren Effect bei dem Auftreffen auf dem Ziele hervorbringt,

als eine Geschützkugel im Gewichte von 10, 20 oder 100 Kg., welche die gleiche Fortbewegungs-Geschwindigkeit hat. Ebenso kann ein elektrischer Strom 50 Volts elektromotorische Kraft (Spannung) haben, dabei aber eine Stromstärke von 5, 10, 20 oder 100 „Ampères“ besitzen.

Die jeweilige Intensität I eines elektrischen Stromes lässt sich berechnen, indem man die elektromotorische Kraft E durch den Widerstand W des Leitungsmateriales, in welchem sich der Strom bewegt, dividirt:

$$\frac{E}{W} = I.$$

Diese Formel kann dazu verwendet werden, um den praktischen Nutzeffect einer dynamo-elektrischen Maschine zu bestimmen. Multiplicirt man nämlich die elektromotorische Kraft E mit der Stromstärke I und dividirt das Product durch die Zahl $\gamma = 9.81$ (Beschleunigung der Fallbewegung durch die Schwerkraft der Erde), so erhält man die Leistung der dynamo-elektrischen Maschine in Kilogramm-Metern ausgedrückt.

$$\frac{E. I.}{9.81} = K.-M.$$

Da nun 75 Kilogramm-Meter pro Secunde eine Pferdekraft betragen, so ergibt sich durch Division mit 75 die Anzahl der verbrauchten Pferdekräfte. Die obige Formel lässt sich noch vereinfachen, wenn man das Product $E. I.$ mit der Zahl 0.00138 multiplicirt, wodurch sich die Anzahl der Pferdekräfte direct berechnet:

$$E. I. 0.00138 = \text{Pferdekraft.}$$

Der Nutzeffect ergibt sich in folgender Weise. Man habe beispielsweise eine Dampfmaschine oder einen Gasmotor, welcher bei 160 Rotationen des Schwungrades

pro Minute eine Arbeitsleistung von sechs Pferdekraften hervorbringt. Zur Ueberwindung der Reibung in den Axenlagern, Transmissionen und Riemscheiben werde eine Arbeit von einer halben Pferdekraft verbraucht; ferner werde gefunden, dass der Motor neben dem Betrieb der Dynamomaschine noch eine halbe Pferdekraft anderweitige Arbeit leisten kann, ohne in seiner Tourenzahl unter die Minimalgeschwindigkeit herabzugehen, so dass also zur Erzeugung des elektrischen Stromes nur fünf Pferdekraften thatsächlich aufgewendet werden. Bei dem von der Dynamomaschine erzeugten Strom werde beobachtet eine Spannung von 70 Volts und eine Stromstärke von 45 Ampères; der Nutzeffect ist dann folgender:

$70 \text{ Volts} \times 45 \text{ Ampères} \times 0,00138 = 4,34 \text{ Pferdekraft}$
und daher, da fünf Pferdekraften aufgewendet werden,

$$4,34 : 5 = x : 100 = 86,8 \text{ Procent Nutzeffect.}$$

Als Mass der Stromstärke dient, wie schon angeführt, der Begriff des „Ampère“, welcher erhalten wird, indem man 1 Volt durch 1 Ohm dividirt. Derselbe hat Bezug auf die Entwicklung des elektrischen Stromes pro Secunde.

Ebenso wie bei Dynamomaschinen kann man auch bei elektrischen Lampen aus dem Leitungswiderstande und der Stromstärke, welche dieselben beanspruchen, die Leistungsfähigkeit berechnen und bezieht selbe auf die Lichtstärke in Normalkerzen ausgedrückt.

Zur praktischen Bestimmung der elektromotorischen Kraft und der Stromstärke bei Dynamomaschinen dienen speciell eingerichtete Mess-Apparate, welche gewöhnlich mittelst eines Zeigers sofort die gewünschten Daten anzeigen. Solche Apparate sind das Volt- und Ampère-

Meter von Deprez, Volt- und Ampère-Meter von Arry und Perton, ebensolche Apparate von Uppenborn, Torsionsgalvanometer und Dynamometer von Siemens u. A.

Zur Bestimmung der elektromotorischen Kraft von galvanischen Elementen genügt es, nur ein Element zu untersuchen, da sich durch Hintereinanderschalten mehrerer Elemente die elektromotorische Kraft einfach addirt, während bei Parallelschaltung noch so vieler Elemente die elektromotorische Kraft dieselbe bleibt wie bei einem einzigen Elemente und nur die Stromstärke zunimmt.

Bezüglich der Schaltung der elektrischen Lampen in den Stromkreis kann man ebenfalls wie bei den galv. Elementen eine Hintereinanderschaltung und eine Parallelschaltung unterscheiden. Will man eine grössere Zahl von Lampen hintereinanderschalten, so muss dem entsprechend ein elektrischer Strom von höherer Spannung angewendet werden, während bei Parallelschaltung die Zahl der zu activirenden Lampen von der Stromstärke abhängt. In jedem Falle ist aber immer ein gewisses Minimum von Spannung und Stromstärke erforderlich, um überhaupt elektrisches Licht hervorbringen zu können.

So ist man beispielsweise nicht im Stande, einen Volta'schen Lichtbogen hervorzubringen, wenn die Spannung des elektrischen Stromes weniger als etwa 30 Volts beträgt, wenngleich die Stromstärke noch so gross sein mag. Andererseits ist es auch nicht möglich, beispielsweise mit einer Reibungs-Elektrisirmaschine einen Lichtbogen zu erzeugen, trotzdem die Spannung derselben mehrere hunderttausend Volts beträgt, weil die Stromstärke zu gering ist.

Sind in einen Stromkreis zehn elektrische Lampen mit je 50 Volts hintereinander zu schalten, so muss die

Spannung des elektrischen Stromes mindestens $10 \times 50 = 500$ Volts betragen, während bei Parallelschaltung der zehn Lampen eine Spannung von 50 Volts genügt, jedoch grössere Stromstärke erforderlich ist.

Ebenso nehmen auch die Drahtleitungen zu den Lampen einen gewissen Antheil des elektrischen Stromes in Anspruch. Sind die Leitungen sehr lang, so ist eine höhere Spannung des Stromes vortheilhafter, während bei kurzen Leitungen geringere Spannung genügt, aber dickere Drähte zu wählen sind, um nicht grosse Stromverluste zu erleiden, wenn die Stromstärke sehr bedeutend ist und die Leitungen erwärmt.

Nach diesen allgemeinen Andeutungen, in welchen wir in gedrängter Kürze das Nothwendigste gesagt zu haben glauben, gehen wir auf die Besprechung der praktischen Anwendung des elektrischen Lichtes für militärische Zwecke über.

2. Die praktischen Anwendungen des elektrischen Lichtes.

So vielfache Vorthelle das elektrische Licht auch vor anderen Beleuchtungsmitteln voraus hat, so ist doch nicht zu verkennen, dass durch die Nothwendigkeit des Betriebes eines Motors der Anwendung für militärische Zwecke mancherlei Schwierigkeiten erwachsen; ebenso durch die, gewisse Fachkenntnisse erfordernde, Behandlung der Apparate und elektrischen Lampen. Man wird das elektrische Licht daher nicht à tout prix überall dort anwenden, wo es überhaupt anbringbar ist, sondern nur dann, wenn es sich trotz der angedeuteten Schwierigkeiten von wesentlichem Vorthelle zeigt oder geradezu als eine entschiedene Nothwendigkeit erweist, zu diesem Beleuchtungsmittel greifen zu müssen.

Im Nachstehenden wollen wir einige Fälle, in welchen das elektrische Licht mit Vorthail benutzt wird, hervorheben und die dabei in Verwendung kommenden Apparate näher erörtern.

1. Anwendung des elektrischen Lichtes auf Leuchthürmen.

Zur Erzeugung des Lichtes auf Leuchthürmen wurden früher ausschliesslich Oellampen von möglichst grosser Lichtstärke angewendet. Um den Lichteffect noch zu vermehren, andererseits aber auch um die einzelnen Leuchtfeuer zu charakterisiren, concentrirt man die Lichtstrahlen mit Hilfe von Hohlspiegeln oder Glaslinsensystemen und bringt durch Rotation des ganzen Beleuchtungs-Apparates Lichtblitze von bestimmter Dauer hervor.

Die Lichtstärke einer Oellampe grösserer Gattung beträgt etwa 50 bis 70 Normalkerzen. Indem man die nach oben und unten gehenden Lichtstrahlen durch entsprechend construirte Linsensysteme ebenfalls nutzbar macht, kann die in horizontaler Richtung erzielte Helligkeit jedoch nahezu verdoppelt werden.

Reflectirt man gleichzeitig auch die nach seitwärts gehenden Lichtstrahlen in eine einzige, bestimmte Richtung so kann die Lichtintensität in dem vereinigten Lichtstrahlenbündel, je nach dem Streuungswinkel sechs- bis siebenmal grösser werden, als jene der einfachen Lampe ohne Linsensystem. Auf diese Art ist es möglich mittelst Oellampen eine Lichtquelle von etwa 400 Normalkerzen Stärke hervorzubringen;¹⁾ natürlich wird dieses Licht nur

¹⁾ Die Firma Sautter-Lemonier in Paris, welche die meisten Seeleuchten-Apparate liefert, giebt die Lichtstärke eines fixen Feuers mit 1105 Carcel-Brennern (8400 Normalkerzen), diejenige eines

in einer einzigen Richtung ausgesendet und man muss daher den Apparat rotiren lassen, um das Leuchtfeuer nach allen Richtungen des Horizontes zeitweilig sichtbar zu machen.

Wendet man dagegen, an Stelle der Oellampen, elektrische Lampen an, so besitzen schon die gewöhnlichen, mit 1 bis $1\frac{1}{2}$ Pferdekraft betriebenen Regulatorlampen eine Lichtstärke von 870 Normalkerzen, also $12\frac{1}{2}$ mal mehr als die Oellampen. Es liegt jedoch noch vollkommen innerhalb der praktischen Grenzen, Lampen von 3000, 5000 und selbst 20000 Normalkerzen Lichtstärke anzuwenden.

Es liegt somit auf der Hand, dass die Benutzung von elektrischem Lichte auf Leuchtthürmen von grossem Vortheile ist, umsomehr als die Betriebskosten mit der Erhöhung des Lichteffectes in nicht besonders erheblichem Masse wachsen. Die praktische Ausführung hat in der That gezeigt, dass selbst verhältnissmässig schwache elektrische Lichter bei klarem Wetter im Mittel um 8 Km. weiter sichtbar sind, als Oellampen. Bei nebeligem Wetter dagegen waren die elektrischen Lampen mehr als doppelt so weit sichtbar, als die Oelbeleuchtung, was für die Sicherheit der Schifffahrt ein nicht zu unterschätzender Gewinn ist.

Einer der ersten von den mit elektrischem Lichte betriebenen Leuchtthürme ist jener von Port-Said (seit 1858); sodann die Thürme von South-Foreland (1861)

Drehfeuers mit 9847 Carcel-Brennern (74,837 Normalkerzen) an. Doch beruhen diese überraschend hohen Zahlen nur auf einer eigenthümlichen Art der Berechnung des Beleuchtungs-Effectes. In Wirklichkeit ist die Lichtstärke (der Oellampen an sich) nicht mehr als höchstens 300 Normalkerzen.

und Dungeness (1862) in England, Cap La Hève (1863), Cap Grisnez, Planier bei Marseille, Palmyre an der Mündung der Gironde, in Frankreich, Odessa (1866), Cap Lizard (1878), Hafen von Havre, Leuchtturm der Insel Razza in der Bai von Rio de Janeiro u. A.

In Erkenntniss der seit nun bereits 25 Jahren bewährten guten Functionirung und entschiedenen Vortheile der elektrischen Beleuchtung auf Leuchttürmen haben die Kammern von Paris neuerdings ein Gesetz, betreffend die Einführung der elektrischen Beleuchtung bei den 42 Hauptleuchttürmen der französischen Küste, beschlossen.¹⁾

Was speciell die Vortheile der elektrischen Beleuchtung der Meeresküsten für Militärzwecke betrifft, so bestehen dieselben nicht allein in der hierdurch erzielten grösseren Sicherheit beim Einfahren in Häfen und beim Landen, sowie in der allgemeinen Orientirung auf dem Meere, sondern auch darin, dass hierdurch die Bewachung der Küste und die Beobachtung von annähernden feindlichen Geschwadern leichter durchgeführt werden kann. Ebenso wird es durch die elektrische Beleuchtung jener Hafeneingänge oder Landungsplätze, welche im Kriegsfall durch Beobachtungsminen zu sperren sind, dem Feinde nahezu unmöglich gemacht, die Minenlinien während der Nacht unbehindert zu passiren oder zu zerstören.

Aus diesem Grunde sind daher in Frankreich, England und Deutschland nicht nur Leuchttürme, sondern auch Küstenbefestigungen mit elektrischen Beleuchtungs-Apparaten versehen worden und weitere derartige Instal-

¹⁾ Die ersten Kosten betragen 8 Millionen Francs und ausserdem beansprucht jeder Leuchtturm jährlich 7000 Francs an Unterhaltungskosten mehr als zuvor.

lationen in Durchführung begriffen. Russland hat, wie der „Russische Invalide“ berichtet, bereits sämtliche Küstenbefestigungen der Ostsee und des Schwarzen Meeres mit elektrischen Beleuchtungsmaschinen ausgerüstet, und wurde berechnet, dass die Apparate in den Festungen des Schwarzen Meeres während eines Kriegsjahres 3400 Stunden in Thätigkeit zu sein haben, während sich in den Festungen des Baltischen Meeres diese Zeit auf 1300 Stunden reducirt, mit Rücksicht darauf, dass die Schifffahrt während des Winters eingestellt bleibt. Im Frieden werden die Apparate jedoch nur soweit thätig sein, als es zur Informirung der Officiere und Mannschaft nöthig ist.

Bei den Beleuchtungs-Apparaten für Leuchtthürme hat man zwei Theile zu unterscheiden: den optischen Apparat und die lichterzeugenden Maschinen. Die optischen Apparate haben den Zweck, den Lichteffect der Lampe durch Concentriren der Lichtstrahlen in eine bestimmte Richtung zu verstärken und andererseits durch ihre charakteristische Farbe oder Farbenwechsel, oder auch durch intermittirendes Licht den Leuchtthurm auf weite Entfernung hin deutlich erkennbar zu machen.

Befinden sich zwei oder mehrere Leuchtthürme an derselben Meeresküste in nicht sehr bedeutenden Entfernungen voneinander, welche sämmtlich intermittirendes Licht haben, so wird die Zeitdauer des Lichtblitzes und der Verdunkelung bei den verschiedenen Thürmen verschieden gewählt und stets in genau gleichmässiger Weise bei jedem Thurme erhalten, damit vorbeifahrende Schiffe mit Hilfe der Beobachtung mit der Uhr genau bestimmen können, in der Nähe welches Leuchtthurmes sie sich befinden.

Diese Art der Charakterisirung der Leuchtthürme wird jener durch Farbenwechsel vorgezogen, weil die Sichtbarkeit des Lichtes durch Vorhalten roth oder grün gefärbter Gläser sehr herabgemindert wird. Besonders bei trübem Wetter kann es leicht vorkommen, dass man nicht im Stande ist, zu unterscheiden, ob der Thurm sein Licht etwa zwischen weiss und roth wechselt oder ob er nur einfach intermittirt zwischen hell und dunkel; während eine Zeitbeobachtung, so lange das Licht überhaupt sichtbar ist, nicht täuschen kann.

Ferner ist es sehr schwer, die richtige Intensität der Färbung der Gläser zu bestimmen, da dieselbe von der jeweiligen Beschaffenheit der Atmosphäre beeinflusst wird. Eine sehr intensive Färbung der Gläser lässt zwar die Farbe deutlich erkennen, mindert aber die Sichtbarkeit aus der Entfernung bedeutend herab. Eine schwache Färbung giebt dagegen kein charakteristisches Merkmal, weil bei nebeligem Wetter oder dunstiger Atmosphäre auch weisse Lichter gefärbt erscheinen. Alle diese Gründe sprechen für die Anwendung fixer oder, in genau präcisirter Zeitdauer, intermittirender weisser Lichter.

Zur Concentrirung der Lichtstrahlen wurden früher zumeist sphärische oder parabolische Metallspiegel angewendet.

Die Erfahrung lehrte jedoch, dass dieselben durch den Einfluss der Atmosphäre sehr leiden und in relativ kurzer Zeit erblinden. Man wendet daher in neuerer Zeit ausschliesslich aus geschliffenen Glaslinsen und Prismen zusammengesetzte Beleuchtungs-Apparate an, wie solche zuerst von dem bekannten Physiker Fresnel construirt wurden und daher gewöhnlich als Fresnel'sche Systeme benannt werden.

Dieselben bestehen aus einer grösseren oder geringeren Anzahl von kreisförmig angeordneten Glaslinsen (Gürtellinsen) und Glasprismen (Prismenringen), welche durch Metallfassungen in bestimmten, durch Rechnung festgestellten Lagen und Richtungen zueinander fixirt werden und eine vollständige Umhüllung der Lampe (Korb) bilden. Die Art der Concentrirung der Lichtstrahlen durch diese Apparate wird auf Grund sehr umständlicher mathematischer Calculen berechnet und können wir auf die Theorie derselben hier nicht eingehen.

Die Grösse der Apparate hängt von der Grösse der Lichtquelle und dem angestrebten Zwecke ab. Die Firma Sautter-Lemonnier in Paris, welche die Ausführung dieser optischen Beleuchtungssysteme fast ausschliesslich besorgt, giebt dem Korbe des optischen Apparates bei Anwendung einer elektrischen Lampe von 2000 Carcelbrennern Lichtstärke einen Durchmesser von 0.75 Meter; bei einer Lampe von 4000 Carcelbrennern muss der Korb einen Durchmesser von 1 Meter erhalten und ist im Allgemeinen die Zunahme des Durchmessers des optischen Apparates dem Durchmesser der Kohlenstäbe der Lichtquelle proportional. In neuester Zeit hat auch die Firma E. Kraft und Sohn in Wien die Ausführung derartiger Apparate unternommen und bereits mehrere Seeleuchten an der österreichischen Meeresküste, sowie an anderen Plätzen damit versehen. Die Anordnung der Linsen- und Prismen-Systeme dieser Apparate ist etwas abweichend von jener der Pariser Systeme.

Der zweite, lichterzeugende Theil der Apparate für elektrische Leuchtturm-Installationen setzt sich zusammen aus einer Dampfmaschine als Betriebskraft, einer magnet-

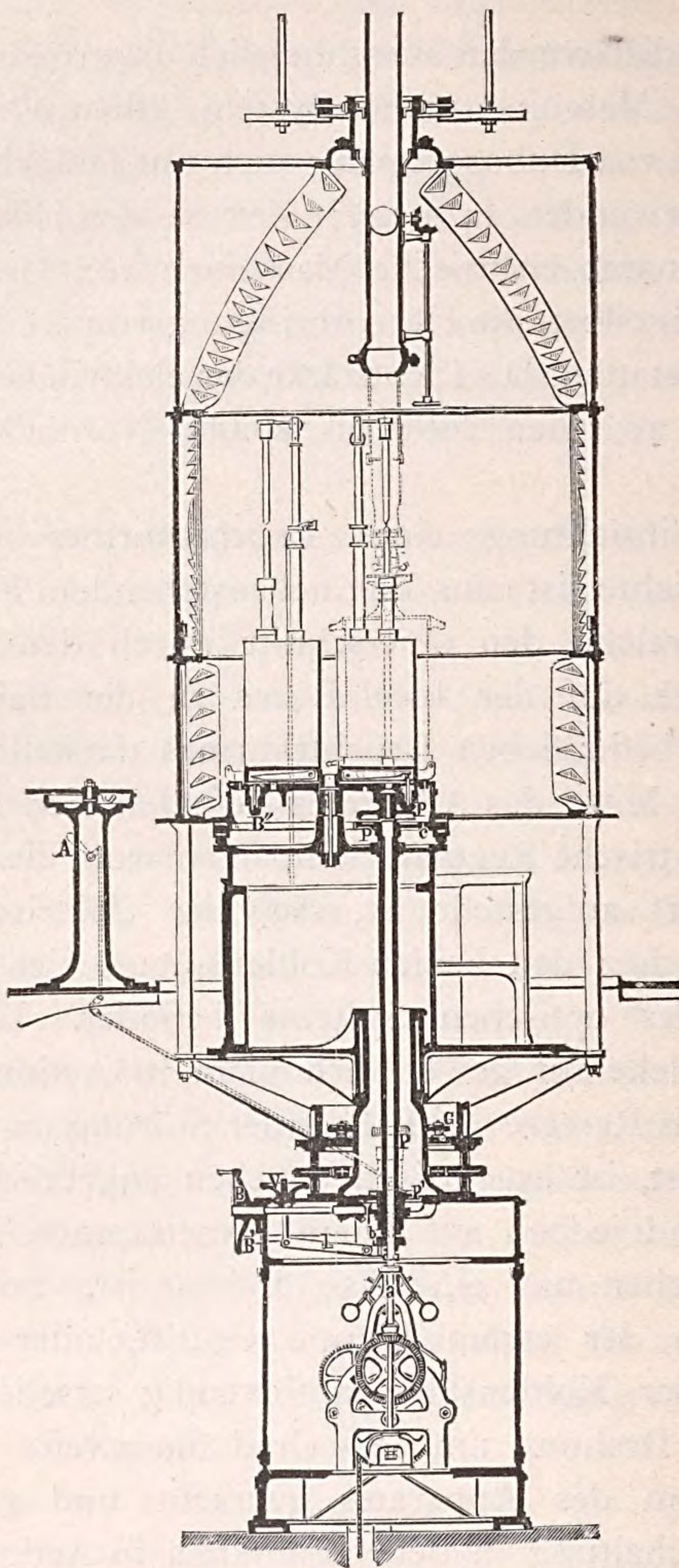
oder dynamo-elektrischen Maschine und der elektrischen Lampe.

Anfänglich wurden ausschliesslich die grossen magnet-elektrischen Maschinen nach System Alliance mit Regulatorlampen von Dubosq, später auch mit Jablochkoff'schen Kerzen angewendet. In neuerer Zeit werden jedoch hauptsächlich dynamo-elektrische Maschinen von Gramme gewählt, da dieselben die Hervorbringung von weit stärkeren Strömen gestatten. Die Lichtstärke der elektrischen Lampen wird etwa zwischen 2000 bis 20.000 Normalkerzen genommen.

Die Einrichtung eines Leuchtthurmes mit elektrischem Lichte ist aus der nebenstehenden Fig. 58 ersichtlich, welche den Querschnitt durch den optischen Apparat des auf der Insel Razza in der Bai von Rio de Janeiro befindlichen Leuchtthurmes darstellt.

In der Mitte des Apparates befinden sich zwei ganz gleiche elektrische Regulatorlampen, wovon die eine derselben derart aufgestellt ist, dass der elektrische Lichtbogen zwischen den beiden Kohlenspitzen sich genau im Centrum des optischen Systems befindet. Die zweite Lampe, welche für gewöhnlich nicht in Action ist, sondern nur als Reserve im Falle einer Störung an der ersten Lampe dient, ist excentrisch daneben angebracht. Beide Lampen sind jedoch auf einem gemeinsamen Träger befestigt, welcher um eine Axe drehbar ist. Sobald eine Störung an der ersten Lampe eintritt, oder das Auswechseln der Kohlenstäbe nothwendig erscheint, wird durch eine Drehung um 180 Grad die zweite Lampe in das Centrum des Apparates gebracht und gleichzeitig durch Einschaltung in den Stromkreis in Action gesetzt, während die erstere Lampe nun excentrisch gestellt ist

Fig. 58.



und ausser Action tritt. Man kann daher an derselben die erforderlichen Manipulationen bequem vornehmen, ohne dass hierdurch eine Unterbrechung der Beleuchtung nothwendig wäre. Um jedoch auch für den Fall einer Störung vorzubeugen, wenn an der Dampfmaschine oder Dynamo-Maschine irgend ein Fehler zu beheben wäre, befindet sich auch noch eine stets dienstbereite Oel-lampe in dem Apparate, welche ebenfalls durch einfache Drehung in den Mittelpunkt gerückt werden kann.

Die Gürtellinsen stellen sich in der Zeichnung als zwei sägeförmige Streifen in gleicher Höhe der Lampen dar, während die Prismenringe oberhalb und unterhalb der Lampen als kleine Dreiecke erscheinen.

Der ganze Apparat ist um die verticale Axe P, P drehbar und wird durch das unterhalb befindliche Triebwerk in langsame Rotation versetzt. Das Licht des Thurmes ist intermittirend und besteht aus zweimal Weiss und einmal Roth mit 15 Secunden Intervallen.

Zur Erzeugung des elektrischen Stromes dienen zwei Gramme'sche Maschinen für gleichgerichtete Ströme (Type C, T), welche zu ihrem Betriebe je sieben Pferdekkräfte erfordern und eine Lichtstärke von beiläufig 15.000 Normalkerzen erzeugen. Für gewöhnlich ist nur eine Maschine im Gange, während die zweite als Reserve dient, wie überhaupt die ganze Installirung doppelt ausgeführt ist.

Zum Betriebe werden zwei von Chaligny construirte Dampfmaschinen von je zehn Pferdekkräften verwendet. Da der Thurm auf einem 70 Meter hohen Felsen erbaut ist und es unausführbar erschien, das Wasser zur Speisung der Maschinen so hoch emporzuheben, so werden die Motoren mit destillirtem Wasser betrieben und ein eben-

falls von Chaligny construirter Luftcondensator in Anwendung gebracht. Derselbe besteht im Wesentlichen aus einem Bündel Röhren, durch welche der von der Maschine ausgestossene Dampf geleitet wird, während gleichzeitig eine von der Dampfmaschine betriebene Luftpumpe die zur Kühlung der Röhren nöthige Luft herbeiführt.

Für elektrische Küstenbeleuchtung aus Seebefestigungen werden natürlich nicht derartige complicirte und sehr kostspielige Beleuchtungs-Apparate angewendet, sondern es genügen daselbst ganz einfache, leicht transportable Blechspiegel oder Reflectoren nach Mangin oder Sautter-Lemonnier mit Handregulator-Lampen, wie solche im folgenden Absatze beschrieben werden. Der Dampf-motor und die Dynamo-Maschine werden in einem gegen Schüsse gedeckten Locale untergebracht, welches 1000 bis 2000 Meter und selbst darüber von dem Aufstellungs-orte der Lampe entfernt sein kann.

2. Anwendung auf Kriegsschiffen.

Die Benutzung des elektrischen Lichtes auf Kriegsschiffen empfiehlt sich aus mehrfachen Gründen und kann im Falle eines Krieges von sehr wesentlichem Nutzen sein. Aber auch selbst im Friedensdienste bietet dasselbe grosse Vortheile und es wurden daher nicht nur die Kriegsmarinen der verschiedenen Mächte mit elektrischen Lichtmaschinen ausgerüstet, sondern gewinnt auch deren Einführung auf den Schiffen für Personen- und Handelsverkehr immer mehr Raum; ja letztere sind in dieser Hinsicht den Kriegsschiffen sogar vorangegangen.

Man muss hierbei zweierlei Anwendungen unterscheiden: die Anbringung elektrischer Regulator-Lampen auf dem Verdecke des Schiffes oder überhaupt dessen

Aussenseite, und die Beleuchtung der Innenräume mit kleinen Vacuumlampen.

Die Anwendung lichtstarker Lampen auf dem Verdecke oder an den Masten des Schiffes hat den Zweck, die Fahrbahn zu erleuchten und dadurch Baken und Bojen, Felsen und Untiefen, sowie kleine Boote sichtbar zu machen, hauptsächlich aber der Gefahr des Zusammenstossens zweier Schiffe nach Möglichkeit vorzubeugen. Da die bisher als Signallichter angewendeten Oellampen gewöhnlich nur eine Lichtstärke von 8 bis 10 Normalkerzen hatten, so ist es klarliegend, dass die weitaus lichtstärkeren elektrischen Lampen selbst bei starkem Nebel noch so weit sichtbar sein werden, um ein rechtzeitiges Ausweichen zu ermöglichen.

Es sind jedoch hierbei verschiedene Umstände zu beachten, wenn der Ersatz des Oellichtes durch elektrisches Licht wirklich die angestrebten Vorthelle bieten soll.

Zur Signalisirung der Schiffe sind gegenwärtig vorgeschrieben: ein helles weisses Licht an dem Fockmaste in einer Höhe von sechs Metern, welches bei dunkler Nacht und klarer Luft auf fünf Seemeilen sichtbar sein muss; ein grünes Licht an der Steuerbordseite (rechts) und ein rothes Licht an der Backbordseite (links), welche letztere beiden auf zwei Seemeilen weit sichtbar sein sollen, klare Luft vorausgesetzt. Bei Nebelwetter dagegen vermindert sich diese Sichtbarkeit sehr bedeutend und wurde beispielsweise bei dem Zusammenstosse des „Sultans“ mit der „Cimbria“ das Signal erst aus einer Entfernung von 100 bis 150 Fuss bemerkt.

Es muss jedoch bei Bestimmung der Leistungsfähigkeit von Signallichtern gerade auf Nebelwetter Rücksicht genommen werden, da dann die Gefahr eines Zu-

sammenstosses am grössten. Dieser Umstand bedingt es, für die Lichtstärke elektrischer Lampen sehr gesteigerte Forderungen zu stellen, wenn dieselben das zur Sicherheit der Fahrt nothwendige Mass erreichen sollen.

Die theoretischen Bestimmungen sowohl, wie die praktischen Erfahrungen ¹⁾ haben nämlich gezeigt, dass das elektrische Licht eine etwa fünfmal so grosse Gesammthelligkeit haben muss, als das Oellicht, um im Nebel auf gleiche Entfernung sichtbar zu sein. Es erklärt sich dies aus der spectral-analytischen Zusammensetzung der beiden Lichtquellen. Vergleicht man nämlich eine Oelflamme und ein elektrisches Licht von gleicher Lichtstärke in Weiss, so zeigt sich (durch Brechung des Lichtes durch ein Glasprisma, oder, bei roheren Versuchen, durch Vorhalten verschieden gefärbter Gläser), dass beide Flammen auch in Grün nahezu gleiche Helligkeit haben, in Blau und Violett jedoch ist das elektrische Licht vier- bis siebenmal so hell, hingegen in Roth nur $\frac{1}{3}$ - bis $\frac{1}{5}$ mal so hell als das Oellicht. Das weisse Licht des elektrischen Lichtbogens setzt sich also hauptsächlich aus grünen, blauen und violetten Strahlen zusammen, das weisse Licht der Oelflammen mehr aus rothen, orangen, gelben und grünen Strahlen.

Nun ist es aber eine bekannte Thatsache, dass sowohl die klare Luft, noch viel mehr aber nebelige Luft,

¹⁾ Auf dem Howth-Baily-Leuchtturm an der englischen Küste wurden vergleichende Versuche angestellt zwischen dem 5000 Kerzen hellen, durch 108 Leuchtgasstrahlen gespeisten Brenner des Ingenieur Wicham und einem elektrischen Lichte von 16.500 Kerzen Helle. Es ergab sich, dass bei klarer Luft das elektrische Licht dem Gaslicht bedeutend überlegen war; dagegen erwies sich bei Nebelwetter das Gaslicht, trotz seiner dreimal geringeren Helligkeit, wirksamer.

die blauen und violetten Strahlen in viel stärkerem Masse absorbiert, als die rothen. Wir erinnern hier an die von Jedermann häufig wahrgenommene Erscheinung, dass selbst die Sonnenscheibe bei starkem Nebel ganz roth erscheint; der nächstliegende Beweis dafür, dass bei dichtem Nebel nur die rothen Strahlen durchgelassen werden.

Da das elektrische Licht somit bei gleicher Helligkeit in Weiss nur $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{5}$ so viele Strahlen in Roth hat als das Oellicht, so muss seine Gesammthelligkeit drei- bis fünfmal so gross sein, um dem Oellichte im Nebel ebenbürtig zu sein.

Nun genügt aber die Lichtstärke der jetzt gebräuchlichen Oellampen durchaus nicht, wie die verhältnissmässig häufigen Zusammenstösse und Unglücksfälle beweisen. Man muss daher den Lichteffect bedeutend erhöhen, um genügende Sicherheit zu schaffen. Ein einfacher Calcul zeigt, in welchem Masse dies etwa zu geschehen hat.

Nach den herrschenden Normen sind die rothen und grünen Signallampen à zehn Normalkerzen bei klarer Luft auf zwei Seemeilen (2×1609 Meter) weit sichtbar. Die grossen Dampfer fahren aber mit einer Geschwindigkeit von 12 Knoten per Stunde (5.3 Meter per Secunde). Es sind daher von dem Momente des Erblickens zweier sich mit gleicher Geschwindigkeit begegnender Schiffe bis zum Momente des Zusammentreffens nur fünf Minuten Zeit zum Ausweichen gegeben. Bei Nebel dagegen, wo die Sichtbarkeit der Lampen unter Umständen kaum auf 100 Meter reicht, wären bei gleicher Fahrgeschwindigkeit nur zehn Secunden Zeit zum Ausweichen gegeben — eine viel zu kurze Spanne Zeit, um einem Unglücksfalle vorzubeugen.

Wollte man nun die Helligkeit der Lampen so bemessen, dass dieselben auf doppelte Entfernung sichtbar wären, so müsste deren Lichtstärke, der Theorie nach, nicht doppelt, sondern viermal grösser sein, da die Lichtstärke mit dem Quadrate der Entfernung abnimmt. Die Praxis jedoch hat ergeben, dass selbst diese Vermehrung nicht ausreicht.

Bei den in Frankreich neu zu installirenden Leuchthürmen werden an Stelle der 500 Kerzen starken Oellampen elektrische Lampen von 5000 Kerzen Helligkeit gesetzt, also zehnmal so kräftige Lichter. Dieselben sollten also etwas mehr als dreimal so weit sichtbar sein, wie die Oellampen, während sie in Wirklichkeit kaum doppelt so weit sichtbar sind. Man müsste daher die Lichtstärke der Lampen nahezu im Verhältniss der dritten Potenzen der Entfernungen vermehren.

Aus diesen Gründen sind als Ersatz für die acht Kerzen starken Oelsignallampen elektrische Lampen von 4000 Kerzen in Vorschlag gebracht worden, welche zwei- bis dreimal so weit sichtbar sein werden. Bei klarem Wetter ist dann bei normaler Fahrgeschwindigkeit eine Zeit von zehn Minuten zum Ausweichen gegeben, bei Nebelwetter 20 bis 30 Secunden; daher muss bei letzterem immer noch langsam gefahren werden.

Eine weitere Schwierigkeit, welche der Anwendung des elektrischen Lichtes auf Schiffen entgegensteht und die namentlich von den Praktikern und den Seeleuten hervorgehoben wird, ist jene, dass bei den bisher gemachten Installationen zumeist nur das weisse Toplicht durch eine elektrische Lampe ersetzt wurde, während die rothen und grünen Lichter mit Oellampen gespeist wurden. Die Schiffsleute wurden dann durch das starke

weisse Licht so geblendet, dass sie die rothen und grünen Positionslaternen nicht unterscheiden konnten und im Unklaren darüber blieben, welche Richtung das entgegenkommende Schiff habe. Zur Vermeidung von Collisionen ist aber das richtige Erkennen der Seitenlaternen wichtiger, als das Sehen des Toplichtes.

Aus grösserer Entfernung dagegen soll, wie man einwendet, das elektrische Licht auf Schiffen leicht zur Verwechslung mit Leuchtthürmen und Leuchtschiffen führen und den Schiffer dadurch in der Berechnung seiner augenblicklichen Position irreleiten, so dass er sein Schiff auf Kosten des Lebens der Besatzung und des Verlustes von Schiff und Ladung leicht versegeln könne.

Wenn schliesslich in belebten Fahrwässern mehrere Schiffe sich bewegen, wovon einige mit Oelsignallaternen, andere mit elektrischen Lampen ausgerüstet sind, so würde man in Folge der verschiedenen Helligkeiten über die Entfernungen getäuscht und nicht wissen, welchen Schiffen zuerst auszuweichen sei.

Um diesen Uebelständen zu begegnen, wurden verschiedene Mittel projectirt. Zunächst wurde vorgeschlagen, nicht nur die weissen, sondern auch die rothen und grünen Laternen elektrisch zu beleuchten und allen gleiche Helligkeit zu geben. Dies würde aber erfordern, dass die weisse Laterne etwa 4000 Kerzen Helligkeit habe, die rothe Laterne 12.000 und die grüne Laterne gar 20.000 Kerzen; eine sehr schwierig und nur mit bedeutenden Kosten erreichbare Bedingung.¹⁾

¹⁾ Es wäre jedoch vielleicht auch dadurch möglich, gleiche Lichtstärke in den verschiedenen Farben zu erzielen, dass man den Kohlenstäben für rothes Licht einen geringen Zusatz von Strontian oder Lithiumsalzen gäbe, den Kohlenstäben für grünes Licht etwa einen Zusatz von Barytsalz.

Zur Kennzeichnung der Bewegungsrichtung des Schiffes wurde ferner, als sehr wirksames Mittel, die Beleuchtung der eigenen Maste und Bramsegel in Anwendung gebracht, wodurch man anzeigt, mit welchen Halsen ein Schiff segelt. Zu diesem Behufe muss dem Projections-Apparate der elektrischen Lampe eine derartige Construction und Stellung gegeben werden, dass derselbe einerseits sein Licht unter dem vorgeschriebenen Winkel von 20 Compassstrichen (230 Grad) nach vorwärts wirft, andererseits aber auch nach aufwärts zu den Segeln einen Lichtstrahl entsendet.

Um schliesslich das elektrische Licht von Schiffen, zum Unterschiede von jenem der Seeleuchten, zu charakterisiren, wird es als sehr zweckmässig empfohlen, bei ersteren ein in bestimmten Zeitintervallen intermittirendes Licht in Anwendung zu bringen. Was die Täuschung über die Entfernung anbelangt, so dürfte dieselbe einerseits durch die mit der Zeit erlangte Uebung und Erfahrung, andererseits durch die immer allgemeiner werdende Einführung des elektrischen Lichtes auf Dampfschiffen behoben werden.

Ausser den erörterten Zwecken für die Signalbeleuchtung der Schiffe, bietet das elektrische Licht aber noch anderweitige Vorthelle wesentlicher Art. So bei dem Einfahren der Schiffe in schwer zugängliche Häfen während der Nacht, sowie beim Passiren von Meerengen und Fahrstrecken zwischen Felsenriffen und Klippen. Schliesslich würden auch im Falle einer Strandung die Rettungsarbeiten leichter bewirkt werden können, wenn die elektrische Lampe hierbei taghelles Licht über Deck verbreitet, als bei der sonst herrschenden tiefen Finsterniss, welche die allgemeine Verwirrung noch sehr ver-

mehrt, und würden hierdurch zahlreiche Menschen ihre Rettung erlangen, die sonst im Dunkel der Nacht ihren Tod in den Wellen fänden.

Was speciell die Vorthelle der elektrischen Schiffsbeleuchtung für Militärzwecke betrifft, so ist in dieser Hinsicht ausser den oben angeführten Vorthellen, die ja auch den Kriegsschiffen zu Gute kommen, zuerst zu nennen, dass durch Anwendung elektrischer Lampen der sicherste Schutz gegen Torpedoboote gefunden wird, da es letzteren sehr erschwert und oft ganz unmöglich gemacht wird, sich den Schiffen unbemerkt zu nähern, um ihr Zerstörungswerk zu vollbringen. Ferner ist dadurch eine sehr wirksame Bewachung der Küste während der Nacht ermöglicht, und zeigte sich diese Verwendung beispielsweise bei Bekämpfung des Aufstandes in Dalmatien und der Herzegowina öfter von Vortheil. Wie durch die Zeitungen bekannt, wurden nämlich mehrere Fahrzeuge, welche den Insurgenten Proviant und Munition während der Nacht zuführen wollten, durch den elektrischen Lichtstrahl der österreichischen Kriegsschiffe entdeckt und zur Flucht gebracht. Ebenso wurden die Insurgenten verhindert, von ihren Bergen an die Küste herabzusteigen, da es möglich war, durch elektrische Beleuchtung von den Schiffen aus die herabführenden Wege auch bei Nacht mit den Geschützen zu beschiessen.

Im Jahre 1881 von der deutschen Marine in der Ostsee ausgeführte Manöver haben ferner gezeigt, dass sich das elektrische Licht auch am Tage bei undurchsichtigem Nebelwetter als ein vorzügliches Hilfsmittel erwiesen hat, um den Schiffen untereinander ihre Positionen erkenntlich zu machen, miteinander Fühlung zu

behalten und allzu grosse Annäherung zu verhindern. Der von dem Apparate ausgehende Lichtstrahl wirkte vollständig wie ein Sonnenstrahl im Nebel, deutlich erkennbar für den Beobachtenden. Dieser Umstand allein rief das Urtheil hervor, „dass, wenn das elektrische Licht auch gar keine anderen Zwecke erfüllen könne, als nur diesen, der Werth desselben gross genug sei, um dessen Einführung an Bord aller seefahrenden Fahrzeuge zu empfehlen.“¹⁾

Ferner kann die elektrische Beleuchtung dadurch von Vorthail werden, das mit Hilfe derselben die Ausrüstung, Beladung und Segelfertigmachung während der Nacht eben so gut wie bei Tag möglich ist und somit ein Zeitgewinn erzielt wird.

Auch die Anwendung kleiner Vacuumlampen zur Beleuchtung der Innenräume der Schiffe ist für militärische Zwecke von Bedeutung. Zunächst wird hierdurch eine erhöhte Sicherheit gegen Ausbruch eines Feuers auf dem Schiffe erzielt. Die elektrischen Vacuumlampen eignen sich daher insbesondere zur Erleuchtung der Pulverkammern, welche auf den Kriegsschiffen naturgemäss so placirt sein müssen, dass kein Tageslicht dieselben erhellen kann und man genöthigt ist, diese Räumlichkeiten stets mit Laternen zu betreten. Keinerlei Sicherheitslaternen können aber jenen absoluten Schutz gegen Entzündungsgefahr bieten, als entsprechend construirte und zweckmässig angelegte elektrische Vacuumlampen, wie wir das noch in Folgendem erörtern werden.

¹⁾ Man sehe: Dr. Hugo Krüss, „Das elektrische Licht im Dienste der Schifffahrt“. Ein Vortrag im Verein für öffentliche Gesundheitspflege in Hamburg, 1883.

Ferner leisten die Vacuumlampen in den engen Schiffsräumlichkeiten, wie schon früher erwähnt, dadurch gute Dienste, dass sie die Luft in keiner Weise verderben und auch nicht in jenem Masse erwärmen, wie das sämtliche anderen Beleuchtungsmittel thun; sie sind daher von hygienischem Werthe in den Schlafräumen der Schiffsbemannung.

Aber auch in den Batterieräumen, wo die grossen Schiffsgeschütze untergebracht sind, würden die elektrischen Vacuumlampen Dienste leisten, welche mit anderen Beleuchtungsmitteln nur schwer erreichbar sind. Hier ist es nämlich erwünscht, dass während dem Laden des Geschützes und dem Stellen des Aufsatzes genügende Helligkeit in dem Batterieraume herrsche; während dem Richten des Geschützes und dem Zielen ist aber Dunkelheit nothwendig, damit das Ziel durch die enge Geschützluke und Visirvorrichtungen deutlich gesehen werden könne; sobald der Schuss abgegeben wurde, ist wieder Helligkeit erwünscht.

Dieser rasche Wechsel von Dunkel und Helligkeit wäre zwar auch mit gewöhnlichen Oellampen oder Kerzen erreichbar, deren Anwendung schliesst sich aber dadurch aus, dass dieselben durch den Luftdruck beim Abfeuern stets erlöschen und immer wieder frisch entzündet werden müssten, was einerseits zu umständlich, andererseits aber auch zu feuergefährlich wäre in einem Raume, wo mit Pulverladungen hantirt wird.

Bei Erleuchtung sämtlicher Innenräume des Schiffes können aber auch die Batterieräume mit Vacuumlampen versehen werden, da das Anzünden und Verlöschen derselben einfach durch Drehen des Hahnes bewirkt wird, ein Verlöschen durch den Schuss dagegen nicht möglich und auch die Feuersgefahr vermieden ist.

Dem Vernehmen nach sind bis jetzt die englische, französische, deutsche, russische, österreichische, dänische, spanische und italienische Kriegsmarine entweder complet oder wenigstens theilweise mit elektrischen Beleuchtungs-Installationen versehen worden.

Die Dynamomaschinen sind, mit Ausnahme der deutschen Marine, welche Siemens'sche Maschinen anwendet, Maschinen nach dem Systeme Gramme in Verbindung mit Handlampen von Sautter-Lemonier oder Gramme'schen Regulatorlampen und Mangin'schen Projectoren. Bei der österreichischen Kriegsmarine werden ausserdem auch sogenannte Auxiliar-Projectoren nach System Burstyn verwendet.

Auf die Beschreibung der Siemens'schen oder Gramme'schen Dynamomaschine können wir hier nicht eingehen, und müssen diesbezüglich auf den I. Band vorliegender Bibliothek verweisen; dagegen lassen wir nachfolgend eine kurze Beschreibung der Sautter-Lemonier'schen Handlampe und des Mangin'schen Projectors folgen.

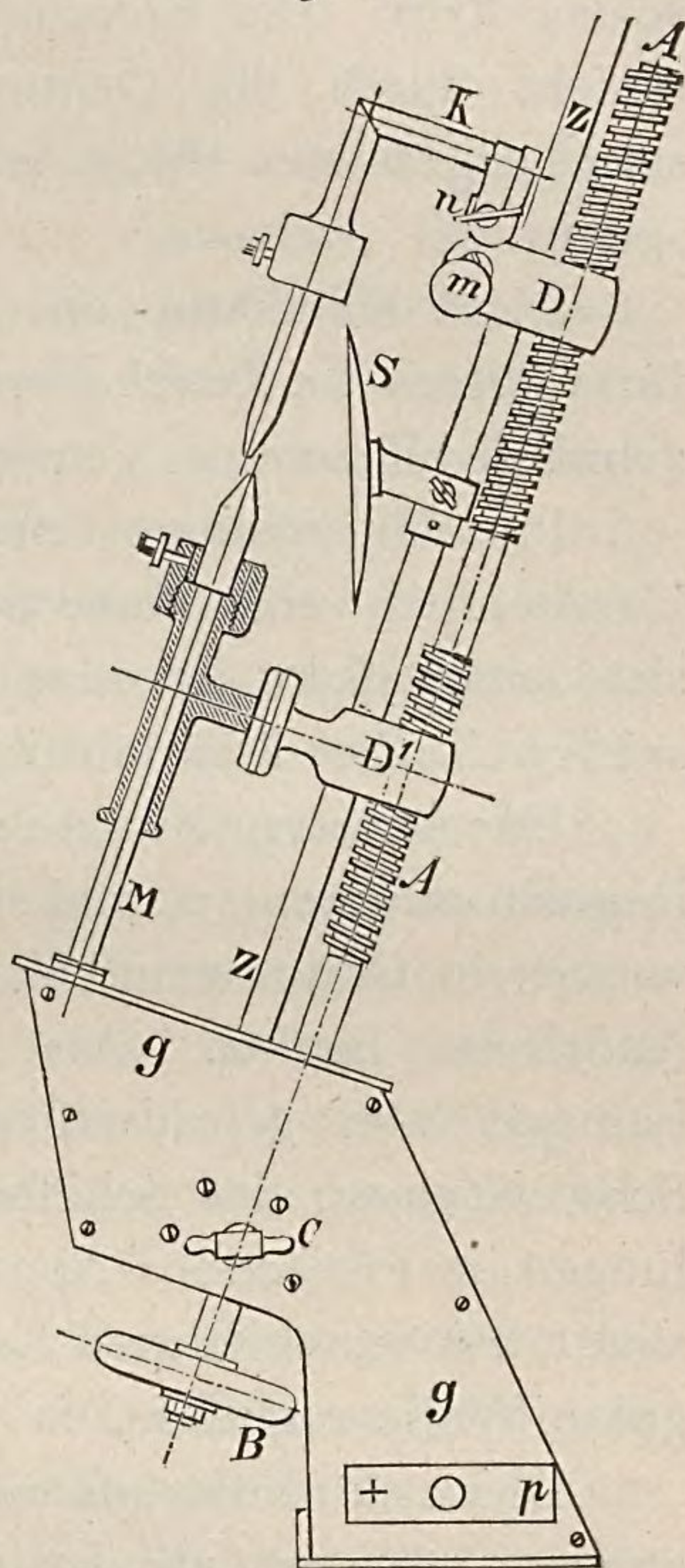
Die Handlampe von Sautter-Lemonier (Fig. 59) besteht aus einem Metallgehäuse $g g$, dessen obere Platte eine Neigung von 30 Grad gegen den Horizont besitzt. Senkrecht auf dieser Platte ist eine Führungsstange $Z Z$ und eine Spindel $A A$ aufgesetzt; letztere kann durch das Regulirrad B gedreht werden. Die beiden Kohlen-träger K und K_1 sind durch Schraubenmutter D und D_1 , welche mittelst quadratischer Ausschnitte an der Stange Z Führung erhalten, an der Spindel A auf und ab beweglich angebracht.

Um die Lampe in Thätigkeit zu versetzen, werden die Kohlenspitzen durch Drehung des Rades B zunächst

in Berührung gebracht und dann durch entgegengesetzte Drehung wieder um 2 bis 3 Mm. voneinander entfernt, wodurch sich der Kohlenlichtbogen zwischen denselben entwickelt. Ein zeitweiliges Nähern der Kohlenspitzen, nach Massgabe deren Abnahme durch Verbrennung, genügt, um das Licht continuirlich zu erhalten. Die Lampe ist für gleichgerichtete elektrische Ströme eingerichtet; es bewegt sich demnach bei einmaliger Drehung der Spindel *A* die positive Kohle um ein doppelt so grosses Stück, als die negative Kohle, was dadurch hervorgebracht wird, dass die in die Schraubenmutter *D* eingreifenden Gewinde doppelt so grosse Steigung haben, als die Gewinde für *D*₁.

Wenn daher der Lichtbogen (bei Verwendung der Lampe in einem Projections-Apparate) einmal in die richtige Stellung gebracht wurde, so bleibt dieselbe auch beim Abbrennen der Kohlenstäbe erhalten, ein gleichmässiges Abbrennen derselben vorausgesetzt. Sollte letzteres nicht stattfinden, so kann die Centrirung des Lichtbogens durch die Regulirschraube *c* bewirkt werden. Ebenso kann der oberen, positiven Kohle durch die Gelenke

Fig. 59.



n und m des Trägers die gewünschte Stellung gegeben werden. Ein kleiner Schirm S aus geschwärztem Messingblech dient zur Abhaltung der centralen Strahlen; seine richtige Stellung in dem Projections-Apparate wird durch einen an die Führungsstange Z befestigten Anschlag fixirt. Die Einschaltung der Zuleitungsdrähte geschieht durch die Oeffnung bei $+p$, welcher auf der entgegengesetzten Seite eine Klemmschraube $-p$ entspricht.

Diese Handlampe hat sich bei vielfachen Versuchen für militärische Zwecke bestens bewährt und findet daher ziemlich allgemeine Verwendung.

Im Allgemeinen erfordern sämtliche Arten von Handlampen eine fortwährende Bedienung und eignen sich daher nicht für continuirlichen Betrieb, wie er beispielsweise bei Positionslichtern erforderlich ist.

Für letzteren Zweck wendet man daher automatische Regulatorlampen an, und sind es insbesondere die Lampen von Serrin, Gramme und Siemens, die für Schiffsbeleuchtung Aufnahme fanden. Als besondere Eigenschaft dieser Lampen wird gefordert, dass dieselben sowohl bei den Schwankungen des Schiffes, als auch bei den Schiefstellungen im Projections-Apparate gleichmässig functioniren, somit bei verschiedenen Lagen der Kohlenstäbe in gleich guter Weise reguliren.

Diesen Anforderungen entsprechen aber auch Lampen anderer Systeme, als der drei genannten und zum Theil auch in besserer Weise. So neuere Lampen von Dubosq, welche gradezu auf einem in jeder beliebigen Richtung rotirenden Gestelle angebracht werden können, ohne in ihrer Functionirung gestört zu werden; ferner die Locomotivlampe von Sedlacek, die Differentiallampe von

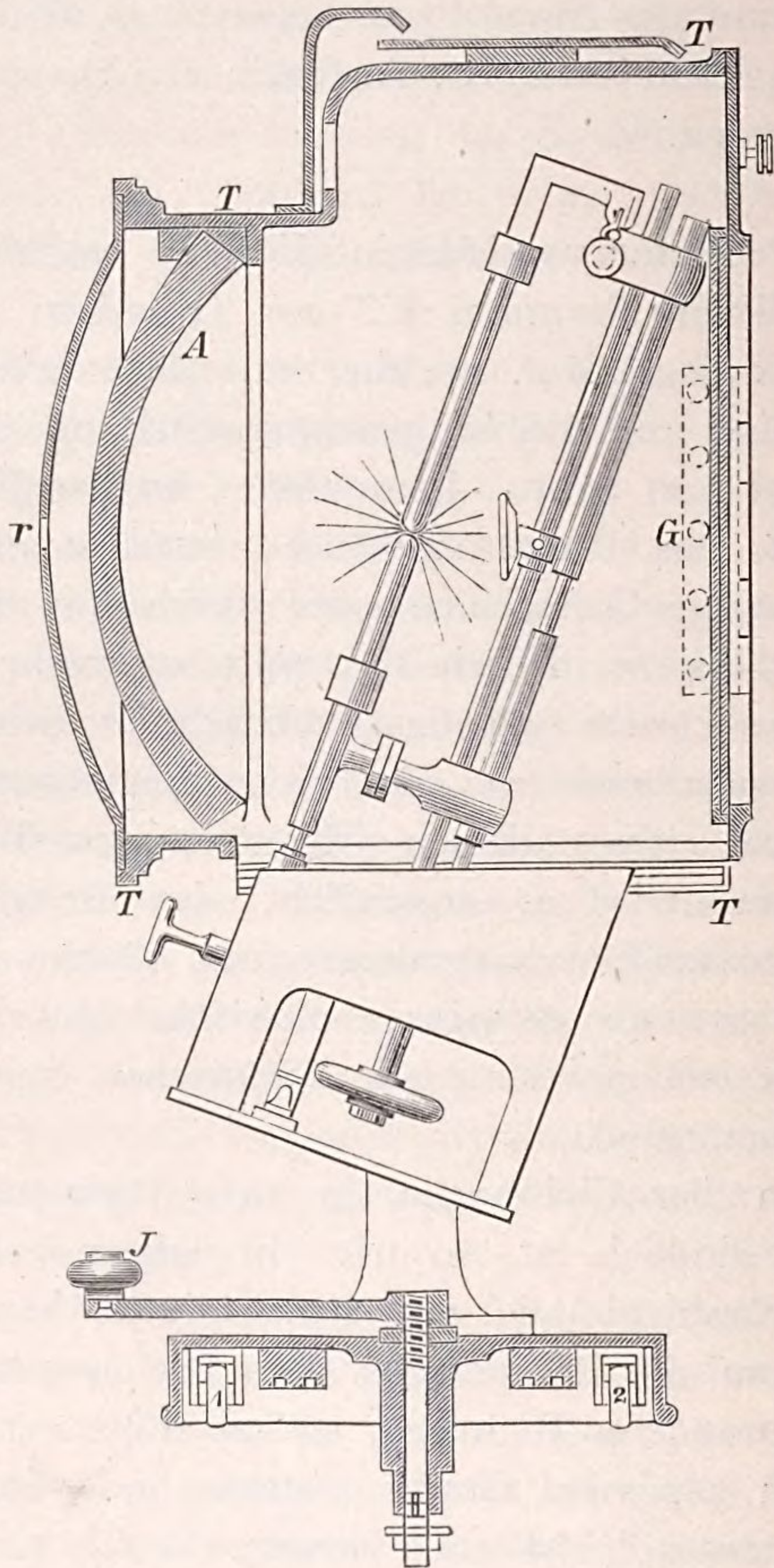
Piette und Křížik u. a.; doch gehört es nicht in den Rahmen vorliegenden Bandes, auf die Beschreibung dieser verschiedenen Lampensysteme einzugehen und muss diesbezüglich auf den Band III vorliegender Bibliothek: „Das elektrische Licht“ von Dr. A. Ritter v. Urbanitzky, verwiesen werden.

Der Projector von Mangin (Fig. 60) enthält in einer gut ventilirten Trommel *TT* aus Gusseisen den aplatischen Spiegel *AA*, welcher auf der convexen Seite versilbert ist, und die in geneigter Stellung eingeführte Handlampe von Sautter-Lemonier. An der Vorderseite bei *G* ist das Projectorgehäuse entweder durch eine parallelwandige Glasscheibe oder durch eine Streuungslinse geschlossen. Durch das mittelst mathematischen Calculs berechnete günstigste Verhältniss zwischen den Krümmungshalbmessern der beiden Begrenzungsflächen des Spiegels, sowie dessen Glasstärke und Brechungs-Coëfficienten wird es ermöglicht, den Spiegeln einen ziemlich grossen Durchmesser geben zu können und dabei doch eine weitaus geringere sphärische Abweichung zu haben, als bei gewöhnlichen sphärischen Spiegeln von gleicher Dimension.

Wenn der Lichtbogen in dem Brennpunkte des Spiegels befindlich ist, so tritt ein nahezu vollkommen paralleles Strahlenbündel aus dem Projector hervor. Verschiebt man die Lampe aus dem Brennpunkte in der einen oder anderen Richtung, so entsendet der Projector ein bis zu gewissem Grade centrirtes oder im anderen Falle gestreutes Licht nach aussen. Durch Anwendung der Streuungslinse kann dies noch in der Weise modificirt werden, dass die Streuung nur der Breite nach ge-

schiebt, was zur Beleuchtung der Küste, sowie von ausgedehnten Objecten überhaupt häufig erwünscht ist.

Fig. 60.



Der ganze Projections-Apparat ist mittelst zweier Axen nach jeder beliebigen Richtung drehbar und kann

in jeder Stellung durch Anziehen zweier Hebel sofort fixirt werden. Ein dritter Hebel vermittelt die Circulation des elektrischen Stromes durch die Lampe. Wird derselbe auf „Licht“ gestellt, so tritt die Lampe in Action; bei Stellung auf „Ruhe“ erlischt dieselbe.

Der Projector von Mangin verstärkt das Licht angeblich zweitausendmal, welche Zahl jedoch nur für bestimmte Voraussetzungen und Entfernungen gilt. Jedenfalls ist derselbe aber seiner sehr geringen Streuung wegen als ein vorzügliches Instrument zu bezeichnen.

Ein für gleichen Zweck dienender Apparat ist der Projector mit Fresnel'schen Linsen von Siemens. Der optische Theil desselben besteht aus einer central angebrachten, zusammengesetzten Glaslinse und mehreren, dieselbe umgebenden Glasringen, welche in Verbindung mit einem parabolischen Metallspiegel die Concentrirung der Lichtstrahlen bewirken, in analoger Weise wie bei dem in folgendem Absatze skizzirten Reflector für Festungszwecke.

Vergleichende Versuche, welche von der k. k. permanenten Artillerie-Commission in Pola zwischen dem Mangin'schen und dem Siemens'schen Reflector angestellt wurden, ergaben, dass letzterer eine Streuung des Lichtes von mindestens $5^{\circ} 40'$ hervorbringt, während der Mangin'sche Projector nur Streuungen von 2 bis 4 Grad unter gleichen Umständen erzeugt, somit eine etwas bessere Ausnutzung der Lichtquelle erzielt.

Der Auxiliar-Projector von Marine-Ingenieur M. Burstyn wurde zur vermehrten Ausnutzung des elektrischen Lichtes zu Kriegs- und Navigationszwecken zu

beiden Seiten des Mangin'schen Projectors angebracht. Mit Hilfe desselben können Lichtbüschel von dem Hauptstrahle des Spiegels unter beliebigem Winkelabstande abgelenkt und ohne wahrnehmbare Verminderung des Lichteffectes im Hauptstrahle auch seitlich gelegene Objecte gleichzeitig gesehen und verfolgt werden.

Derselbe besteht im Wesentlichen aus einem seitlich an dem Mangin'schen Projector angebrachten Metallrohre, in welchem ein planer Spiegel in Universalgelenken drehbar eingesetzt ist. Das Licht wird durch Reflexion aus dem Projector erhalten und gestattet die Beleuchtung von Gegenständen, die rechts oder links von dem Hauptstrahle obliegen, ohne ersteren zu beirren.

Ueber die Leistungen, welche durch elektrische Lampen auf Schiffen, in Verbindung mit Projectoren, erzielt wurden, führen wir folgende Daten an.

Von dem französischen Panzerschiffe „Richelieu“ aus wurden im Jahre 1877 im Golfe von St. Juan Beleuchtungsversuche mit einer elektrischen Lampe von 1000 Carcelbrennern (7600 Normalkerzen) Lichtstärke ausgeführt. Auf das Schloss Sainte-Marguerite, 4507 Meter Entfernung, konnte mit freiem Auge auf die ganze Gebäudemasse gezielt werden; mit Binocle waren noch einige Details zu erkennen. Von der Batterie Foucarde, 2150 Meter, waren mit dem Fernrohre alle Details zu erkennen; mit freiem Auge ein Brückenbogen. Bei Pointe Croisette, 4000 Meter, konnte mit Binocle auf jedes einzelne Gebäude gezielt werden.

Schwächere Lichter à 200 Carcelbrenner (1500 Kerzen) wurden bei Versuchen zu Portsmouth im Jahre 1879 erprobt, wobei zur Concentrirung des Lichtes ein

Mangin'scher Reflector diente. Auf 1000 Meter Entfernung wurde Gosport sehr deutlich, auf 1400 Meter Spitford, auf 1500 Meter das Fort Monkton so erleuchtet, dass die Masse des Forts sichtbar wurde. Ferner wurde ein weiss gestrichenes, ein gefirnisstes und ein schwarz gestrichenes Boot, letzteres mit schwarzen Rudern und schwarz gekleideter Bemannung mit geschwärzten Gesichtern und Händen, aus einer Entfernung von 900 bis 1000 Meter beleuchtet.

Das weisse und das gefirnisste Fahrzeug konnten in allen ihren Bewegungen vollkommen verfolgt werden, das geschwärzte wurde erst auf 500 bis 600 Meter und nur durch den Widerschein des Wassers an den Rudern entdeckt. In einer Entfernung von 400 Meter erschien das schwarze Boot wie ein Lichtfleck, und erst in einer Distanz von 10 Metern von der Lichtquelle war die Farbe des Bootes wirklich zu erkennen. Dies liefert einen Beweis dafür, dass man durch Wahl dunkler Farben die Entdeckung durch elektrisches Licht immerhin sehr erschweren kann.

Im gleichen Jahre wurden auch in Pola eingehende Versuche mit elektrischen Beleuchtungs-Apparaten ausgeführt und im Allgemeinen sehr günstige Resultate erzielt.

Sehr umfassende und bemerkenswerthe Versuche, bei welchen eine ganze Serie von Lichtmaschinen verschiedener Systeme zur Verwendung kam, wurden ferner von der englischen Ingenieur-Akademie in Chatham Juli 1879 ausgeführt.

Mit einer Gramme'schen Maschine, welche in einem Mangin'schen Projector von 90 Cm. Oeffnung ein Licht von 4000 Brennern erzeugte, konnte auf 1800 Meter

eine Windmühle sehr deutlich, der Hafen auf 3200 Meter schwach gesehen werden. Gleichzeitig wurden auch vielfache Versuche über den Kraftverbrauch und Nutzeffect der verschiedenen Maschinen angestellt; es würde jedoch zu weit führen, hier darauf eingehen zu wollen.

Als Durchschnittsziffer kann man per Pferdekraft etwa eine Lichtstärke von 870 bis 1200 Kerzen im Volta-Bogen rechnen, während bei den Vacuumlampen je nach deren Grösse und Beschaffenheit 6 bis 20 mit einer Pferdekraft betrieben werden können.

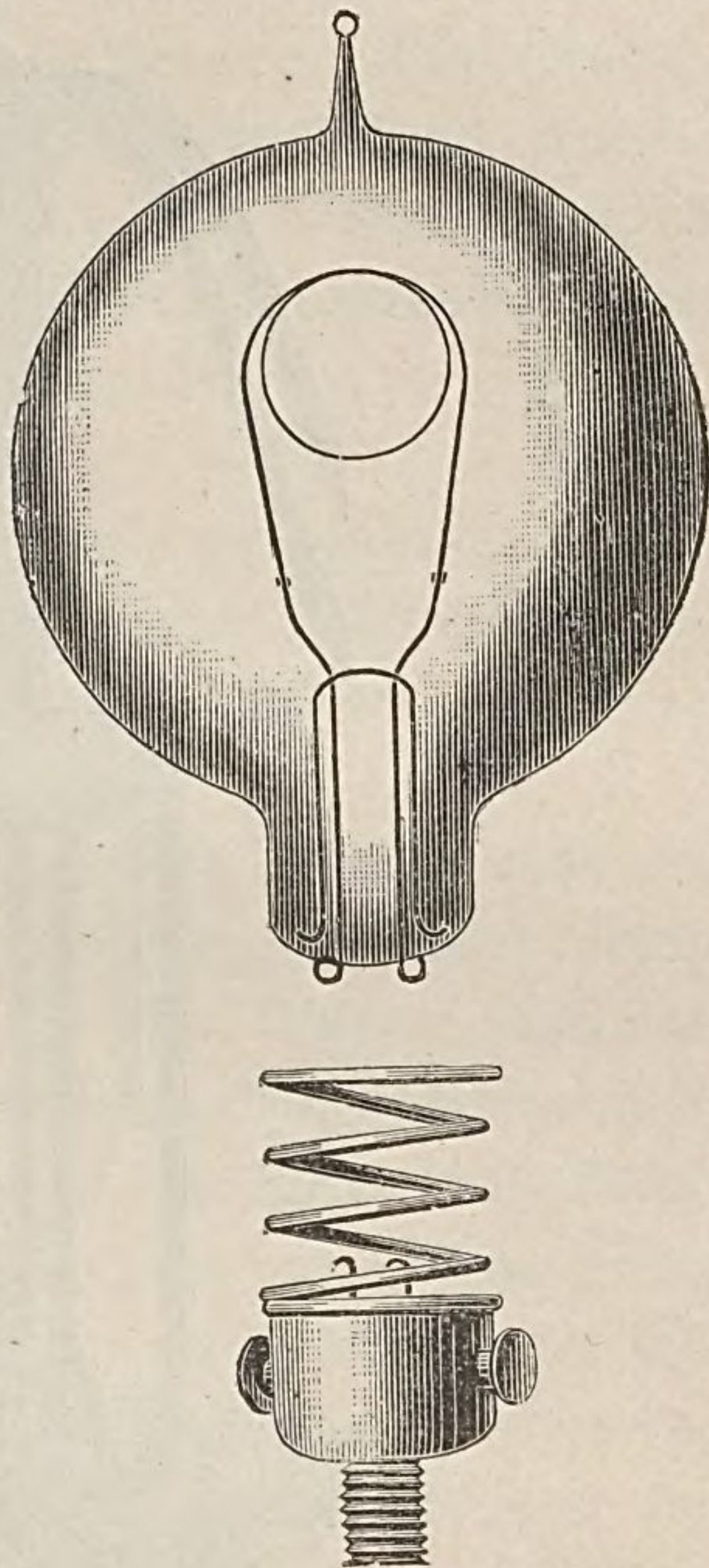
Als Motoren werden zumeist Brotherhood'sche Dampfmaschinen oder Dampfmaschinen mit rotirendem Kolben von Fürst Dolgoruki verwendet. In neuester Zeit werden auch die Maschinen von Abraham in Nürnberg für den Betrieb von Dynamomaschinen sehr gelobt. Bei Anbringung auf Kriegsschiffen können die Motoren ihren Dampf aus den Kesseln der Schiffsmaschine erhalten; weit zweckmässiger ist es jedoch, für dieselben eigene kleine Kessel aufzustellen, um auch dann leuchten zu können, wenn die grossen Schiffskessel nicht in Thätigkeitsind. In allen Fällen ist es empfehlenswerth, die Dynamomaschinen nicht durch Riemenübertragung, sondern durch directen Antrieb mit dem Motor zu verbinden, wodurch manche Störungen vermieden werden.

Als Beispiel einer für die Beleuchtung der Innenräume des Schiffes verwendbaren Vacuumlampe geben wir in Fig. 61 eine Abbildung der Swanschen Glühlampe. In dem kugelförmigen Glasgefässe ist ein dünner, spiralförmiger Kohlenfaden an zwei in das Glas eingeschmolzenen Platindrähten angekittet. Die Luft in dem Glasgefässe ist mittelst einer Quecksilber-

Luftpumpe auf etwa 0·2 bis 0·05 Mm. Druck ausgepumpt, um das Verbrennen der Kohle zu vermeiden; auch wird hierdurch ein geringerer Wärmeverlust durch Strahlung erzielt. Zur Verbindung mit der Drahtleitung dient ein kleines Holzklötzchen, in welchem die Drähte eingeklemmt werden; eine Spiralfeder vermittelt den sicheren Contact und giebt der Lampe zugleich einen Halt. Die Lampen dieser Form erfordern zu ihrem Betriebe eine elektromotorische Kraft von 52 bis 58 Volts. Die Lichtstärke derselben beträgt etwa 12 Normalkerzen.

Eine andere Form der Swan'schen Lampe, welche für Benutzung in Kohlenbergwerken construiert ist, sich jedoch auch zur Verwendung in den Pulverkammern der Schiffe eignen würde, ist in Fig. 62 dargestellt. Dieselbe Lampe wie Fig. 61 ist hier in einem Metallgehäuse eingefasst, ausserdem jedoch noch von einem zweiten Glasgefäße eingeschlossen. Der Zwischenraum zwischen beiden Gläsern ist mit Wasser erfüllt. Im Falle die Lampe durch irgend welche Veranlassung zerbrechen sollte, so dringt im selben Momente das Wasser in den luftleeren Raum derselben ein und bringt den dünnen glühenden Kohlenfaden zum Verlöschen. Es ist daher diese

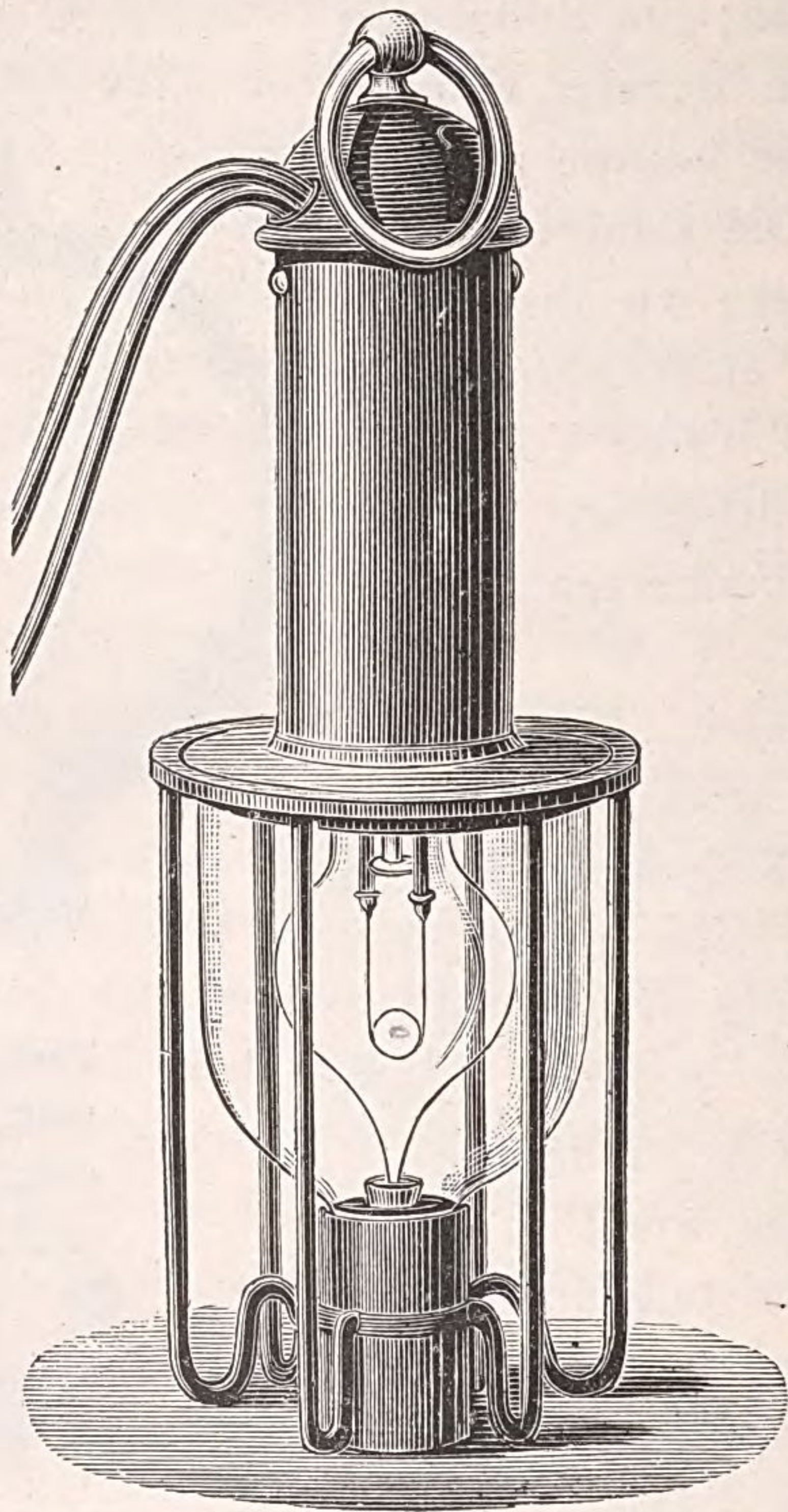
Fig. 61.



Lampe die gegen Feuersgefahr denkbar sicherste Lichtquelle.

Um jedoch in Pulverkammern die nothwendige Vorsicht anzuwenden, ist auch die Art der Anbringung der

Fig 62.



Drahtleitungen von grosser Wichtigkeit, da zu dünne Drähte durch den elektrischen Strom möglicherweise bis zum Glühen erhitzt werden können und dann selbst eine Zündung bewirken könnten. Ebenso kann ein Oeffnungsfunke erzeugt werden, wenn die Drähte nicht isolirt sind

und sich durch Bewegungen zeitweilig berühren. Am sichersten wäre es daher, die Lampe nur in einer mit Glas versehenen Nische der Pulverkammer anzubringen und die Drahtleitungen gar nicht in die Pulverkammer selbst einzuführen.

Eines der ersten Kriegsschiffe, welches in seinen Innenräumen mit elektrischen Vacuumlampen erleuchtet wird, dürfte die chinesische Panzerfregatte „Ting-Yuen“ sein, welche in preussischen Werkstätten gebaut wurde. Dieselbe wurde mit 240 Edison'schen Vacuumlampen versehen, welche durch eine Dynamomaschine von Schuckert in Nürnberg betrieben werden.

Von Seite der englischen Marineverwaltung wurde der Versuch gemacht, die elektrischen Vacuumlampen auch zur Aufsuchung von Seeminen unter Wasser zu verwenden.

Von einem kleinen Dampfboote aus wurde zu diesem Zwecke eine Edison'sche Glühlampe mittelst langer Stangen in eine solche Tiefe in das Wasser versenkt, in welcher das Vorhandensein von Seeminen angenommen werden kann. Der Versuch wurde bei Nacht ausgeführt und zeigte, dass beim Schliessen der auf dem Boote mitgeführten galvanischen Batterie sich sofort ein Erleuchtungskreis bildet, welcher bis auf eine Entfernung von 100 Meter von dem Boote alle in dem Wasser befindlichen Gegenstände, sowie auch etwa vorhandene Seeminen genau und scharf erkennen lässt.

Auf diese Weise könnte man daher vielleicht durch Einschleichen bei Nacht mit einem Boote die zur Sperrung des Hafens vorgelegten Seeminen aufsuchen und unschädlich machen.

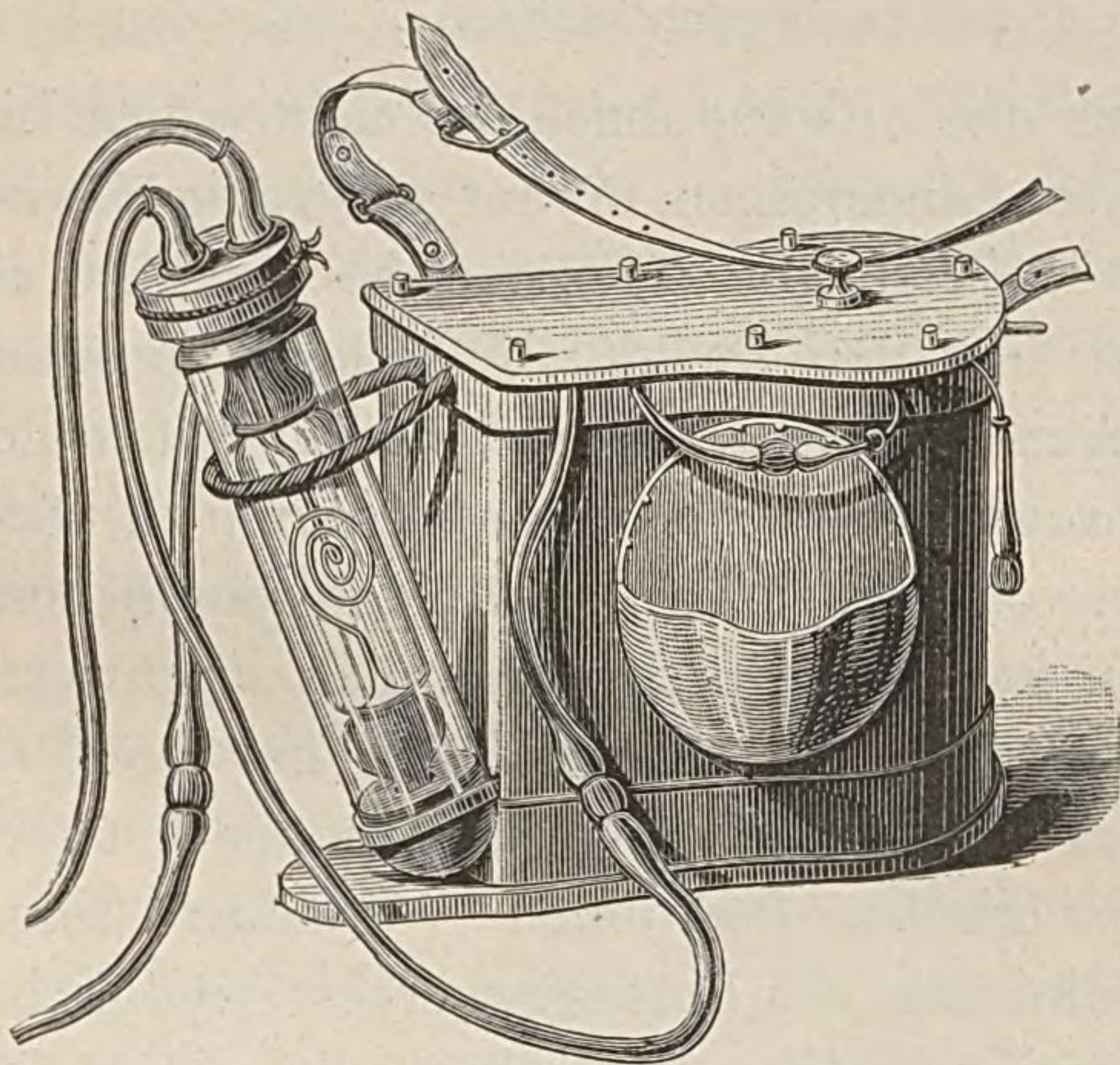
Ein origineller Vorschlag zur Sichtbarmachung von Bojen mittelst elektrischen Lichtes wurde von einem Belgier, Herrn de Lussex, gemacht. Derselbe bringt in dem oberen, wasserdicht abgeschlossenen Theile einer schwimmenden Boje einen kleinen Rhumkorff-Inductor an, welcher eine Geissler'sche Röhre zum Leuchten bringt. Die Speisung des Inductors geschieht durch eine Batterie aus grossen Zink- und Kohlenplatten, welche, in dem unteren Theile der Boje befindlich, in das Meerwasser tauchen. Da das Wasser die Elemente continuirlich durchfliesst, so ist dies eine Batterie von unerschöpflicher Dauer. Bei Anwendung entsprechend starker Zinkplatten erhält man auf diese Weise ein jahrelang währendes, Tag und Nacht mit gleicher Intensität wirkendes Licht. Wie der Versuch zeigte, ist dieses Licht bei Tage zwar nicht sichtbar, kann jedoch bei dunkler Nacht auf ziemliche Entfernungen wahrgenommen werden.

Es muss jedoch hierbei bemerkt werden, dass die Anwendung einer gewöhnlichen Vacuumröhre für diesen Zweck nicht angezeigt ist, da man durch Anbringung von phosphorescirenden Substanzen im Inneren der Röhre bedeutend intensiveres Licht erzielen kann. Eine derartige Phosphoreszenzlampe ist insbesondere von Herrn Privatdocenten Dr. Puluj in Wien construiert worden. Dieselbe beruht auf der von W. Hittorf und Crookes entdeckten Erscheinung, dass die negative Elektricität in stark verdünnten Gasen dunkle Strahlen aussendet, welche im hohen Grade Phosphoreszenz erregen. Dr. Puluj formt die negative Elektrode zu einem kleinen Hohlspiegel und stellt in einer Entfernung, gleich dem Radius desselben, eine phosphorescirende Substanz auf.

Den schönsten Effect giebt ein daselbst angebrachter reiner Diamant, welcher ein geradezu blendendes Licht

erzeugt. Aber auch minder kostbare Halbedelsteine, wie Corunde, Opale und selbst Schwefelbarium, Schwefelcalcium, Kreide etc., erzeugen ziemlich helles Licht. Für gewöhnliche Beleuchtung sind derartige Lampen zwar nicht verwendbar, da das Licht derselben wegen seiner Intermittenz auf eine längere Dauer unerträglich ist; desto geeigneter sind sie aber für solche Signalzwecke, wie auf

Fig. 63.



schwimmenden Bojen, weil das blitzartige Auftreten die Sichtbarkeit bedeutend erhöht.

Eine tragbare Lampe mit Geissler'scher Röhre und Rhumkorff-Inductor von Dumas-Benoit ist in obenstehender Fig. 63 dargestellt. In der Ledertasche sind ein Inductor (wie Fig. 36 im II. Abschnitte) und ein oder zwei galvanische Elemente enthalten. Ein spiralförmig gewundenes Glasrohr, aus welchem die Luft evacuirt wurde, bildet die Lichtquelle. Zum Schutz gegen

Stoss ist dasselbe in ein starkwandiges Glasgefäß eingeschlossen.

Die Lampe ist als Sicherheitslaterne für Kohlenbergwerke bestimmt, doch möchten wir sie für diesen Zweck nicht empfehlen, da durch Zufall leicht zündungsfähige Funken aus dem Apparate austreten können; immerhin bietet dieselbe jedoch den Vorthail, schon mit ein oder zwei Elementen elektrisches Licht erzeugen zu können.

3. Anwendung des elektrischen Lichtes für Festungen.

Unter den Anwendungen des elektrischen Lichtes für Zwecke der Landarmeen nimmt unstreitig die Benutzung desselben in Festungen die erste Stelle ein. Das elektrische Licht hat hier den Zweck, die Belagerungsarbeiten und Bewegungen des Feindes beobachten und denselben eventuell während der Nacht auch beschiessen zu können. Das Ausheben von Laufgräben, sowie von feindlichen Batteriestellungen kann hierdurch wesentlich erschwert werden. Bei Festungen in Gebirgsgegenden, Thal- und Passsperrren kommt es auch öfter vor, dass in der Umgebung verschiedene erhöhte Positionen vorhanden sind, welche eine Dominirung des Festungswerkes ermöglichen, wenn es dem Feinde gelingt, dieselben mit seinen Geschützen zu besetzen.

Während des Tages kann die feindliche Aufstellung auf solchen Positionen meistens dadurch verhindert werden, dass die dahinführenden Strassen im Bereiche der Festungsgeschütze liegen. Doch bietet das Dunkel der Nacht dem Feinde die Möglichkeit, die exponirten Stellen der hinführenden Strassen ungestört zu passiren und die dominirenden Punkte bei Nacht zu erreichen, ohne durch den Vertheidiger der Festung darin behindert zu werden.

In solchen Fällen ist daher die Verwendung des elektrischen Lichtes von grossem Vortheil und ein wesentliches Unterstützungsmittel für die Vertheidigung.

Die Apparate zur Lichterzeugung in Festungen sind die gleichen wie jene zur Schiffsbeleuchtung, mit dem einzigen Unterschiede, dass in der Wahl des Motors: Dampfmaschinen, Gasmotoren, Petroleummotoren oder Wasserkraft, grösserer Spielraum geboten ist.

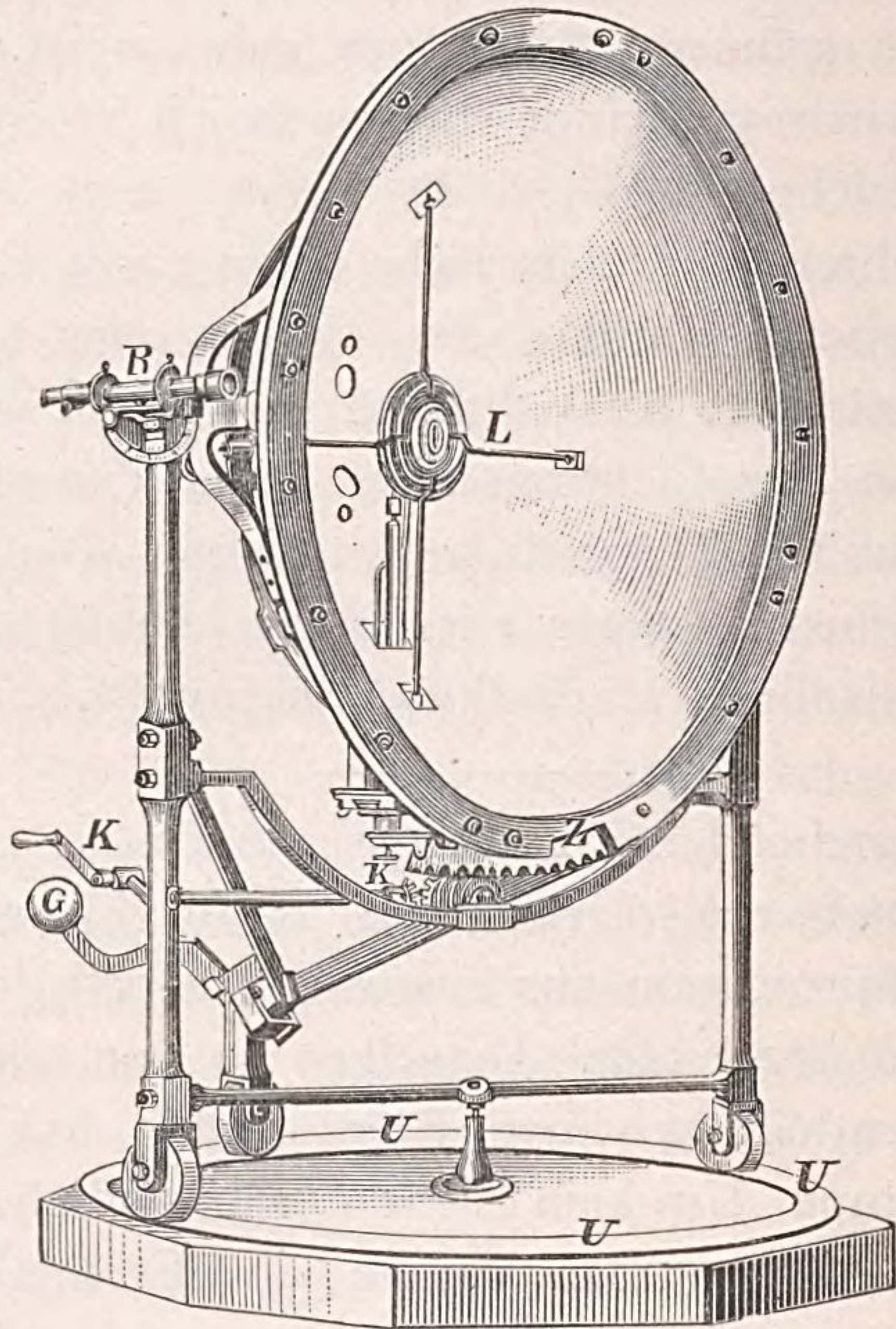
Die Dynamomaschine wird natürlich in einem gegen Schüsse gesicherten Gebäude neben dem Motor aufgestellt, während die elektrische Lampe mit Reflector an einem geeigneten Punkte des Walles oder sonst einem möglichst erhöhten Aussichtsorte postirt ist, dessen Entfernung von der Lichtmaschine unter Umständen auch mehrere hundert Meter betragen kann. Die Zuführung des elektrischen Stromes wird durch ein auf den Boden ausgelegtes isolirtes Doppelkabel vermittelt.

In umstehender Fig. 64 ist ein unter Leitung des Herrn Feldmarschall-Lieutenants Baron Ebner für elektrische Lichtprojection aus Festungen construirter grosser Hohlspiegel abgebildet. Derselbe ist von parabolischer Form und enthält in seinem Brennpunkte eine elektrische Regulatorlampe. Um kein Licht durch seitliche Strahlung zu verlieren, ist vor der Lampe eine Fresnel'sche Linse mit drei Prismenringen angebracht, welche das auf sie fallende Licht in einem zu der Axe des Spiegels parallelen Cylinder concentriren.

Der Spiegel ist mittelst starker Säulen auf drei Rädern aufgestellt, welche sich um einen centralen Drehungspunkt bewegen lassen. Der aus Eisenblech hergestellte Kreis, auf welchem die Räder laufen, trägt eine Kreis-

theilung in Grade, um danach die Richtung des Strahlenkegels in horizontalem Sinne bestimmen zu können. Die Verticalbewegung des Spiegels wird durch eine Kurbel mit Schraube ohne Ende, welche in einen gezahnten Viertelkreisbogen eingreift, bewirkt.

Fig. 64.



Die jeweilige Neigung des Spiegels kann an einem getheilten Halbkreise *R* abgelesen werden, welcher an dem rechtsseitigen Axenlager angebracht ist. Dasselbst befindet sich auch ein Fernrohr in fixer Verbindung mit dem Drehungszapfen. Das Fernrohr ist so aufgestellt, dass seine optische Axe mit jener des Spiegels parallel läuft und daher die

Beobachtung der von dem Spiegel beleuchteten Objecte ermöglicht.

Im Jahre 1878 wurden mit einem derartigen Spiegel Beleuchtungsversuche in Olmütz, in Verbindung mit Festungs-Manövern, gemacht und im Allgemeinen ziemlich zufriedenstellende Resultate erzielt, obwohl das von einer Alliance-Maschine gelieferte Licht der elektrischen Lampe relativ nur geringe Lichtstärke hatte.

Die Leistungsfähigkeit derartiger grosser Reflectoren kann nicht bezweifelt werden, dennoch sind dieselben mehr oder weniger von allgemeiner Anwendung in Festungen ausgeschlossen. Einerseits nämlich durch ihren sehr hohen Preis, andererseits durch ihre Unbeweglichkeit in Folge der grossen Schwere (etwa 5 bis 6 Centner). Der letztere Umstand würde es dem Feinde ermöglichen, sich auf den Spiegel einzuschiessen und so das ihn belästigende Licht zu entfernen; bei den grossen Dimensionen des Reflectors wäre auch die Möglichkeit des Treffens nicht allzu fernliegend.

Aus diesen Gründen empfiehlt es sich daher, kleine handsame und leicht transportable Reflectoren, wie jene von Mangin, Sautter-Lemonier, Siemens u. A., anzuwenden, deren Aufstellungsort fortwährend gewechselt werden kann, wodurch das Einschiessen des Feindes auf den Spiegel unmöglich gemacht wird.

Ueber die Resultate, die mit elektrischen Beleuchtungs-Apparaten in Festungen erzielt wurden, erwähnen wir nachstehende Daten.

Bei Versuchen, welche auf dem Fort Mont Valérien von einer Commission französischer Officiere angestellt wurden, ergab sich, dass mit einer Lichtstärke von

19.000 Normalkerzen in dem Mangin'schen Projector auf eine Distanz von 5000 Meter Häuser, Wagen und Truppenbewegungen noch gut sichtbar waren. Auf 2700 Meter Entfernung konnte man einzelne Soldaten erkennen und wahrnehmen, dass sich selbe im Bajonnetfechten übten. Der Beobachter war hiebei neben dem Projections-Apparate aufgestellt. Die Tragweite des Lichtes, respective die Möglichkeit, entfernte Gegenstände zu erkennen, wird jedoch sehr bedeutend erhöht, wenn der Beobachter sich möglichst weit vor den Projections-Apparat begiebt, so dass auf diese Weise noch viel entfernter gelegene Objecte beobachtet werden können.

Bei Versuchen in Toulon wurde unter Anderm constatirt, dass durch Anbringung einer Divergenzlinse an dem Reflector in der Entfernung von 3000 bis 3500 Meter ein Feld von 200 Meter Breite genügend beleuchtet wird, um der Artillerie das Schiessen dahin zu ermöglichen. Als grösste Distanz konnte man von Toulon aus, neben dem Projections-Apparate stehend, die Kasernen auf dem Mont Faron in einer Entfernung von 9500 Meter erkennen. Die aus den Experimenten gezogenen Schlussfolgerungen gingen einstimmig dahin, dass ein Ensemble derartiger Apparate ein ausgiebiges Schutzmittel gegen einen nächtlichen Angriff gewährt. Die feindlichen Annäherungen werden beizeiten entdeckt, um den Kanonen der Forts erreichbar zu werden, während es gleichzeitig möglich wird, von geeigneten Observationsposten aus die gelegten Minen gerade in dem Moment explodiren zu lassen, wo der Feind dieselben passirt.

Aber nicht nur die elektrischen Regulator-Lampen mit starkem Lichteffecte sind für Verwendung in Festungen

geeignet, sondern es dürften möglicherweise auch die kleinen Vacuumlampen gute Dienste leisten.

Bekanntlich werden die Festungen in neuester Zeit durch Erbauung drehbarer eiserner Panzerthürme verstärkt, wie solche insbesondere in der Eisengiesserei von Gruson erzeugt werden. Derartige Thürme sind aus sehr starken Hartgussplatten zusammengesetzt, analog den Drehthürmen auf Panzerschiffen, und enthalten ein oder zwei Geschütze schweren Kalibers. Ausser einer Luke für den Ausschuss, in welche die Mündung des Geschützes hineinragt, besitzen dieselben keinerlei Oeffnungen, durch welche das Tageslicht eindringen könnte. Es herrscht daher auch an hellen Tagen nicht viel Licht in den Thürmen. Bei trübem Wetter und stark bedecktem Himmel erscheint es deshalb nothwendig, die Thürme im Innern zu beleuchten, weil sonst weder die Kreistheilungen für die Bewegung des Thurmes, noch auch die Einstellung der Geschütz-Aufsätze möglich ist und selbst die Bedienung des Geschützes erschwert wird.

Die bisherigen Versuche ergaben, dass eine gewöhnliche Oel- oder Kerzenbeleuchtung nicht anwendbar ist, da bei jedem Schusse eine derartige Luftbewegung in dem Thurme entsteht, dass nicht nur die in dem Thurme selbst befindlichen Lichter, sondern auch jene in den anstossenden Nebenräumlichkeiten und Gängen stets verlöschen.

Um diesen Uebelständen vorzubeugen, wurde vorgeschlagen, die Oellampen oder Kerzen in hermetisch verschlossenen Glasgefässen anzubringen und durch eigene Luftreservoirs zu speisen. Diese Einrichtung würde jedoch ausserordentlich complicirte Constructionen bedingen, mit Rücksicht darauf, dass die Thürme sich sammt dem

Boden, auf welchem die Geschütze stehen, um eine Axe drehen, und die Luftzuführungsschläuche daher keinen anderen Weg nehmen könnten, als durch die Drehungsaxe selbst.

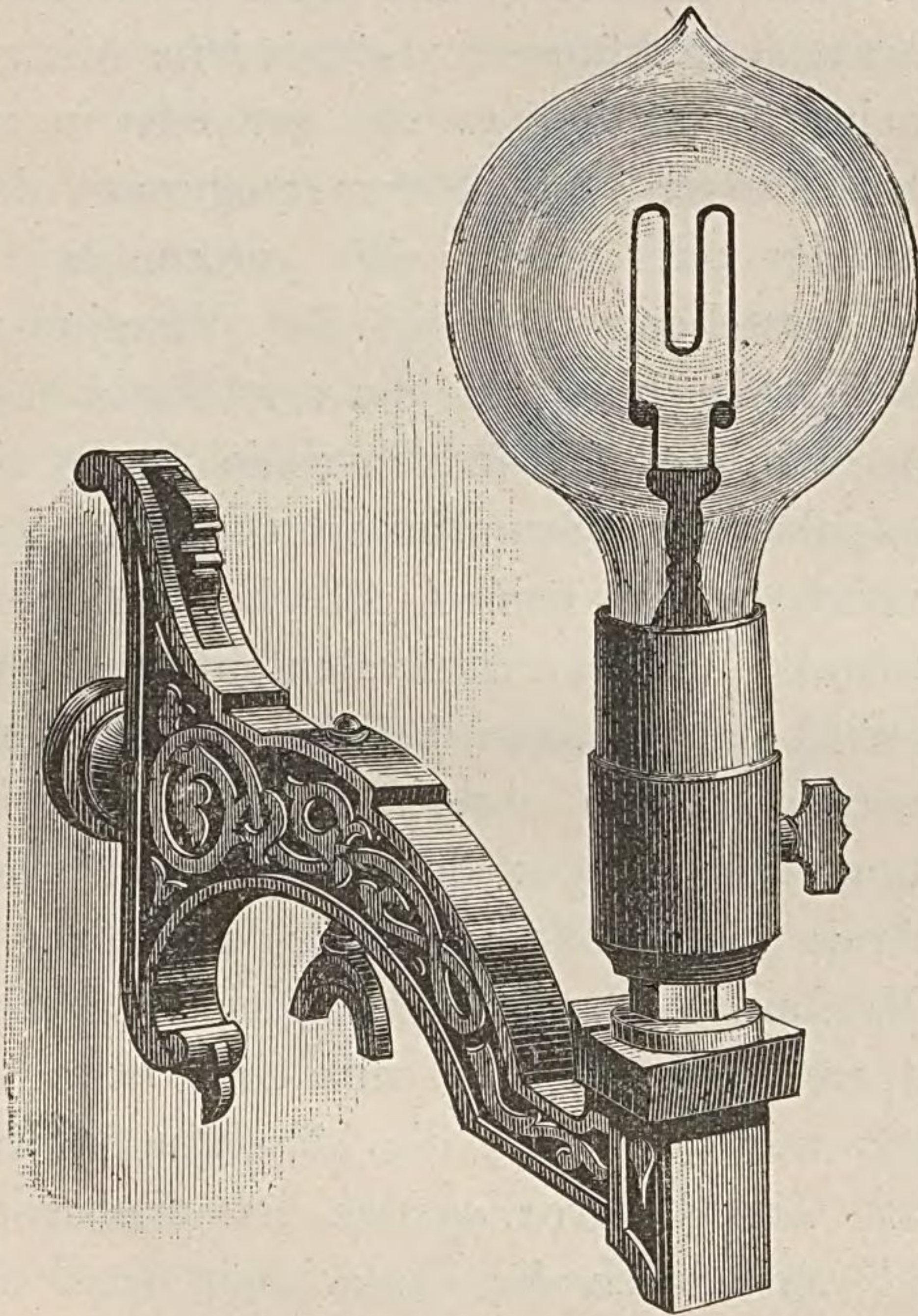
Weit einfacher würde sich die Beleuchtung mit elektrischen Vacuumlampen einrichten lassen. Zur Drehung des Thurmes ist nämlich in dem Untergeschosse eine Dampfmaschine aufgestellt, welche nur dann in Bewegung gesetzt wird, wenn der Thurm gedreht werden soll, was während eines Feuergefechtes nur in gewissen Zeitintervallen geschieht. Es könnte daher, selbst bei einem sehr klein bemessenen Dampfkessel, ohne Beeinträchtigung der Kraft der Dampfmaschine, ein seitliches Dampf-Zuleitungsrohr von dem Kessel zu einem kleinen ein- bis zweipferdigen Motor geführt werden, welcher letzterer eine Dynamomaschine zu betreiben hätte.

Hierdurch wäre es möglich, 10 bis 20 Lampen à 12 bis 15 Kerzen Lichtstärke zu speisen, welche Zahl wohl hinlänglich ausreicht, den Panzerthurm sammt allen Nebenräumlichkeiten genügend zu erleuchten. Der Betrieb und die Wartung der Dynamomaschine sammt den Lampen würde kein specielles Personal erfordern, da der Maschinist für die Dampfmaschine diesen Dienst leicht versehen könnte.

Bei den Panzerthürmen geringerer Grösse, welche durch Menschenkraft bewegt werden, wäre die Aufstellung einer kleinen Dampfmaschine mit direct verbundenem Kessel für den Betrieb der elektrischen Maschine nothwendig, wie derartige äusserst compendiöse Motoren gegenwärtig von verschiedenen Maschinenfabriken erzeugt werden. In Anbetracht der geringen Lampenzahl würde allerdings die Beleuchtungsanlage relativ kostspielig sein

(eine solche kleine 1 bis $1\frac{1}{2}$ pferdige Maschine kostet 600 bis 1000 Gulden), wäre jedoch immerhin der Beleuchtung mit galvanischen Elementen, die hier eventuell auch in Betracht gezogen werden könnte, vorzuziehen wegen der schon früher erwähnten Nachtheile derselben.

Fig. 65.



Die Art der Anbringung der Lampen für derartige stabile Einrichtungen mag durch Fig. 65 veranschaulicht werden, welche eine elektrische Vacuumlampe nach System Maxim auf einem metallenen Wandarme darstellt. Die Leitungsdrähte sind hier innerhalb des Trägers geführt, wobei ein Stromunterbrecher, der äusserlich die

Form eines gewöhnlichen Gashahnes hat, das Anzünden und Auslöschen der Lampe in einfachster Weise gestattet.

Wenn die Stärke der elektrodynamischen Maschine darauf berechnet wäre, etwa 16 Lampen gleichzeitig zu speisen, so würde das Auslöschen von mehreren Lampen, beispielsweise der Hälfte derselben, die Gefahr der Zerstörung der noch glühenden Lampen herbeiführen. Um dies zu vermeiden, können verschiedene Mittel in Anwendung gebracht werden, welche entweder in einer Verstellung der Bürsten des Stromabnehmers durch den Maschinenwärter oder durch eine automatisch wirkende Vorrichtung bestehen, oder in der Verminderung der Tourenzahl der Maschine. Für die vorstehend besprochene Anwendung würde es sich jedoch vielleicht als einfachstes Mittel empfehlen, den Stromunterbrecher an der Lampe derart einzurichten, dass beim Auslöschen derselben gleichzeitig eine Drahtspule von äquivalentem Widerstand eingeschaltet wird, wobei dann beliebig viele Lampen ausgelöscht werden können, ohne Störung der übrigen oder Beeinflussung des Ganges der Maschine. Allerdings ist diese Methode nicht ökonomisch, da hierbei stets der nämliche Kraftaufwand nöthig ist, gleichviel, ob sämtliche Lampen brennen oder nur eine oder selbst gar keine, wenn nur überhaupt die Maschine im Gange ist. Für Zwecke wie der vorliegende ist dies jedoch ohne Belang und wird durch die Einfachheit der Vorrichtung compensirt.

4. Anwendung des elektrischen Lichtes für mobile Zwecke.

Eine der ersten Anwendungen des elektrischen Lichtes für die Zwecke der mobilen Armee wurde von der deutschen Armee im deutsch-französischen Kriege 1870/71

bei der Belagerung von Paris gemacht. Als Elektrizitäts-Erzeuger wurden Bunsen'sche Elemente und Alliance-Maschinen benutzt in Verbindung mit parabolischen oder sphärischen Spiegeln von kleinem Durchmesser.

Es wurden jedoch keine namhaften Erfolge erzielt, was hauptsächlich dem Umstande zuzuschreiben war, dass die Artillerie-Angriffe bei dieser Belagerung auf sehr grosse Entfernung erfolgten, während die Lichtprojections-Apparate in Folge ihrer Unvollkommenheit und geringen Lichtstärke keine grosse Tragweite besaßen.

Dennoch scheint die Leistung der elektrischen Beleuchtungs-Apparate als zweckmässig anerkannt und nicht abfällig beurtheilt worden zu sein, da die deutsche Armeeverwaltung nach Beendigung des Feldzuges an die Beschaffung neuer, besserer Apparate ging und bereits auf der Wiener Weltausstellung im Jahre 1873 einen elektrischen Licht-Apparat für militärische Zwecke mit einer Siemens'schen dynamo-elektrischen Maschine ausstellte.

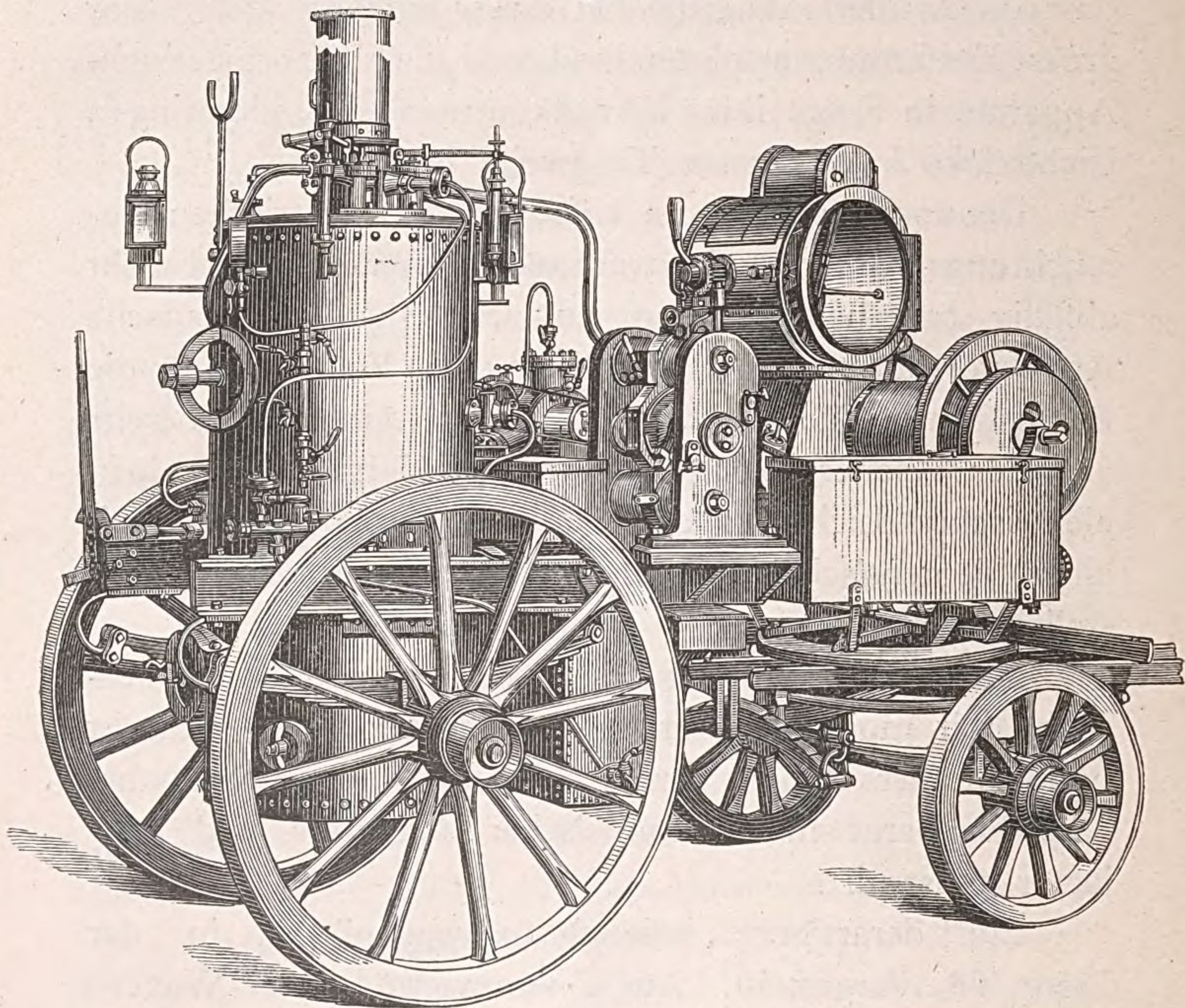
Gleichzeitig wurden auch von den Franzosen Versuche mit mobilen elektrischen Licht-Apparaten gemacht und von der Pariser Firma Sautter-Lemonier ein fahrbarer Apparat mit Gramme'scher Maschine und Projector construirt.

Ein derartiger „Beleuchtungswagen“ ist in der Figur 66 dargestellt. Auf einem vierräderigen Wagen-gerüste ist ein Field'scher Dampfkessel und eine dreicylindrige achtpferdige Brotherhood'sche Dampfmaschine aufgestellt. Mit letzterer ist durch directe Kuppelung eine Gramme'sche Lichtmaschine vom Typus *CT* für eine Lichtstärke von 12.000 Normalkerzen verbunden. Ferner gehört ein Mangin'scher Reflector von 0.4 Meter

Oeffnung nebst einer Kabelrolle und sonstigem Zugehör zu dem Apparate. Der ganze Wagen ist durch vier Zugpferde noch leicht beweglich.

Bei Verwendung des Apparates kann der Projector entweder auf dem Wagen belassen werden oder auf

Fig. 66.



einem separaten Gestelle bis zu 1000 Meter und darüber von der Maschine entfernt werden. Hiefür ist eine derartige Einrichtung an der Dynamomaschine getroffen, dass man selbe, bei Verwendung der Lampe in unmittelbarer Nähe, auf Quantität kuppelt, während bei langer Leitung eine Schaltung auf Spannung bewirkt

wird. In letzterem Falle ist die Lichtstärke der Lampe nur halb so gross, als bei Schaltung auf Quantität, doch kann die Lampe dann eben auf grosse Entfernung hin aufgestellt werden.

Wie wir dem Berichte des Herrn Hauptmannes Hess über die elektrische Ausstellung in Paris entnehmen, soll die französische Armee drei Typen von derartigen elektrischen Beleuchtungswagen eingeführt haben und derzeit zehn Apparate der grössten Gattung (Lichtstärke 4000 Brenner = 30.000 Normalkerzen) für den Festungsdienst und 30 Apparate für die Küstenvertheidigung besitzen. Von den Apparaten mittlerer Grösse (Lichtstärke 2500 Brenner = 19.200 Normalkerzen) sollen 12 Exemplare, von den mobilsten Apparaten (Lichtstärke 1600 Brenner = 12.000 Normalkerzen) 8 Exemplare beschafft sein.

Die deutsche Armee besitzt Siemens'sche Beleuchtungs-Apparate, bei welchen eine Dolgoruki'sche Dampfmaschine und eine Hefner-Alteneck'sche dynamische Lichtmaschine mit Siemens'schem Projector auf einem Wagen montirt sind.

Ein sehr compendiöser und leicht gebauter elektrischer Beleuchtungswagen wurde ferner auf der elektrischen Ausstellung in München von Schuckert in Nürnberg ausgestellt. Die vierpferdige Dampfmaschine ist hier von Abraham in Nürnberg, die Dynamomaschine von Schuckert, in Combination mit den sogenannten Pilsner-Lampen, System Piette und Křižík.

Die Lampe sammt einem gewöhnlichen Blech-Reflector ist auf einem separaten kleinen Handwagen montirt, wobei durch scheerenartig verbundene Blechschienen die Lampe bis zu einer Höhe von 12 Meter emporgehoben werden kann. Ein derartiger Apparat ist

gegenwärtig auch auf dem Ausstellungsplatze der Wiener elektrischen Ausstellung während der nächtlichen Vorbereitungsarbeiten in Thätigkeit.

Die Verwendungen dieser fahrbaren Beleuchtungseinrichtungen für die Zwecke der mobilen Armee sind sehr mannigfache. Zunächst dienen dieselben für nächtliche Artillerie-Angriffe bei Belagerungen, wie dies schon bei der Belagerung von Paris durchgeführt wurde; sodann zur Recognoscirung des Vorterrains und zu nächtlichen Signalgebungen auf grosse Distanzen. Noch wichtiger und erspriesslicher dürfte jedoch die elektrische Beleuchtung der Strassen, insbesondere von schwierigen Passagen und Wegstrecken, bei nächtlichen Märschen sein. Ebenso werden die Strassenbauten und Ausbesserungen zerstörter Communicationen durch Anwendung des elektrischen Lichtes während der Nachtzeit sehr gefördert und unterstützt und zeigt unser Titelbild die Vornahme eines Strassenbaues bei elektrischem Lichte, welche seinerzeit von Napoleon III. gelegentlich der Stadterweiterungsbauten von Paris angeordnet wurde.

Die mobilen elektrischen Beleuchtungs-Apparate werden daher namentlich für die Arbeiten der Genietruppe während eines Feldzuges von grossem Vortheil sein. Ebenso nützlich dürften dieselben für die Pionniertruppe sein, da der Brückenschlag über einen grösseren Fluss mit der bisherigen Pechfackelbeleuchtung nahezu unmöglich war, während die Anwendung elektrischer Lampen diese Arbeit viel eher ermöglicht und auch die nächtliche Passage der Brücke wesentlich erleichtert.

Eine Verwendung des elektrischen Lichtes von hervorragender Bedeutung ist aber jene zur nächtlichen

Beleuchtung der Schlachtfelder nach der Schlacht, um das Aufsuchen der Verwundeten und Todten zu erleichtern. Mancher brave Soldat, der mit durchschossenem Leibe auf dem Schlachtfelde liegt und unter unsäglichen Schmerzen das Anbrechen des nächsten Tages erwarten muss oder gar seinen Tod findet, weil die herbeieilende Hilfe ihn im Dunkel der Nacht nicht auffinden konnte, würde der Anwendung des elektrischen Lichtes auf dem Schlachtfelde seine Rettung verdanken. Da der Krieg ohnehin genug des Schrecklichen mit sich im Gefolge führt, so ist es doppelte Pflicht, alle unnöthigen Qualen und Schmerzen der Betroffenen nach Thunlichkeit zu vermeiden, und wenn daher die Verwendung elektrischer Beleuchtungs-Apparate bei der mobilen Armee auch keinen anderen Zweck hätte, als nur jenen zur Absuchung der Schlachtfelder, so würde schon hierdurch allein die allgemeine Einführung derselben gerechtfertigt sein, wenngleich hierdurch die Armee-Budgets um nicht unbedeutende Summen vermehrt werden. Es ist dies um so begründeter, wenn man bedenkt, dass durch die raschere Aufsammlung der Todten mit Hilfe des elektrischen Lichtes die Desinficirung der Schlachtfelder schneller durchgeführt werden kann und somit auch der Entstehung von Seuchen besser vorgebeugt wird. Ebenso würde durch die Anwendung des elektrischen Lichtes auf den Schlachtfeldern den Leichenräubern und „Hyänen des Schlachtfeldes“ das Handwerk gründlich gelegt werden können.

Eine fernere wichtige Verwendung der elektrischen Licht-Apparate ist jene für Verladungsplätze bei Geschütz-, Proviant- und Munitions-Transporten; ebenso bei dem nächtlichen Baue von Feldbefestigungen und Batterie-stellungen etc.

Für die letzteren Fälle wäre insbesondere die Anwendung von Lichtmaschinen für Theilungslichter erwünscht, um grosse Flächenräume mit möglichst gleichförmiger Helligkeit erleuchten zu können.

In Anbetracht dieser mannigfachen Verwendungsweisen des elektrischen Lichtes ist daher wohl anzunehmen, dass die Einführung desselben bei den verschiedenen Armeen in kurzer Zeit eine allgemeine sein wird.

5. Anwendung für Minen-Rettungs-Apparate.

Bei dem Minenkriege vor Festungen tritt öfter die Nothwendigkeit ein, kurz nach stattgefundenener Explosion einer Mine die Minengänge zu betreten, um Ausbesserungen eingestürzter Theile vorzunehmen oder etwa darin befindliche Arbeiter, welche in Folge Entwicklung der Explosionsgase betäubt wurden, aus den Minengängen herauszuholen. Da die Minengänge in diesem Falle mit irrespirablen Gasen erfüllt sind, so können selbe nur mit Athmungs-Apparaten betreten werden.

Zu diesem Zwecke sind eigene Minen-Rettungs-Apparate construirt und bei den verschiedenen Armeen eingeführt worden. Die älteren Apparate dieser Art (Apparate von Galibert, von Martony, von Baron Ebner, von Roucquayrolle-Denayrouze) bestanden aus einer Kopfmaske mit Luftzuführungsschlauch, wobei die zum Athmen erforderliche Luft in einem eigenen Luftreservoir in comprimirtem Zustande von dem Mineur mitgeführt werden musste. Da diese Luftreservoirs entweder aus Eisenblechgefässen oder aus grossen Kautschuksäcken bestanden, so wurde der Mineur durch das Tragen derselben äusserst belästigt und behindert; überdies entleerte

sich der vorhandene Luftvorrath in sehr kurzer Zeit und man musste sich daher dann schleunigst aus dem Minengange herausbegeben, um nicht zu ersticken.

Aus diesen Gründen werden die in neuester Zeit von L. von Bremen in Kiel construirten Rettungs-Apparate, bei welchen nur ein Kautschukschlauch zu der Gesichtsmaske führt, durch welchen, analog wie bei Taucher-Apparaten, mittelst eines ausserhalb des Minenganges befindlichen Blasebalges stets frische Luft eingeblasen wird, sehr vorgezogen.

Bei Anwendung jedes dieser Apparate ist auch das Mitführen einer in abgeschlossenem Raume brennenden Lampe nothwendig. Bisher wurden hierfür ausschliesslich Petroleumlampen mit Luftreservoir angewendet. Die Behandlung dieser Lampen ist jedoch höchst umständlich und unbequem. Um beispielsweise die Minenlampen mit eigenem Luftreservoir für den Gebrauch herzurichten, muss das Luftgefäss mittelst einer Compressionspumpe auf etwa 25 Atmosphären Druck mit Luft gefüllt werden, was nahezu eine halbstündige Arbeit von vier Menschen erfordert; die Lampe brennt dann circa 25 bis 30 Minuten, wobei aber öfter an derselben regulirt werden muss und bei ungeschickter Behandlung sehr leicht das Verlöschen derselben eintritt.

Bedenkt man nun, dass mit einer solchen Lampe Menschen aus Todesgefahr zu retten sind, so wäre die Möglichkeit sehr naheliegend, dass die in den Minengängen verunglückten Personen längst erstickt sind, bevor man die Lampe zum Leuchten gebracht hat. Wegen dieser Uebelstände wird daher bei den neuen Apparaten von L. von Bremen die Lampe durch denselben Athmungsschlauch gespeist, welchen der Mineur

mitführt. Dies zieht jedoch wieder den Nachtheil mit sich, dass dann so viel Luft in den Schlauch gepumpt werden muss, dass der Mineur zu viel in seine Lunge bekommt; oder man regulirt die Luftzuführung nach dem Bedarfe des Arbeiters, wobei dann die Lampe zu wenig Luft erhält und schlecht brennt. Ueberdies bewirkt jeder Athemzug des Arbeiters ein Zucken der Flamme und ebenso die ungleichmässige Wirkung des Blasebalges.

Aus diesen Gründen sind von Seite des k. k. technisch-administrativen Militär-Comités in Wien tragbare elektrische Glühlampen für den Gebrauch bei Minen-Rettungs-Apparaten eingeführt worden.

Eine derartige von Dr. Puluj construirte Lampe ist in nebenstehender Fig. 67 abgebildet. In einem kleinen Holzkasten von 20 Cm. Breite und 25 Cm. Höhe sind sechs Daniell'sche Elemente von möglichst compendiöser Form angebracht, welche eine kleine, an der vorderen Aussenseite des Kastens befestigte Vacuumlampe nach System Puluj zum Leuchten bringen.

Die Lichtstärke der Lampe beträgt sechs bis sieben Normalkerzen; die Brenndauer des kleinsten Modells ist vier bis fünf Stunden. Um den inneren Widerstand der Elemente zu verringern, sind an Stelle von Thonzellen Diaphragmen aus Leinwand gewählt. Bei zeitweiliger Ausschaltung der Lampe können die in verdünnter Schwefelsäure stehenden Zinke aus der Flüssigkeit emporgehoben und an eine Eisenstange unterhalb der Handhabe aufgehängt werden, wie dies in der Fig. 67 dargestellt ist.

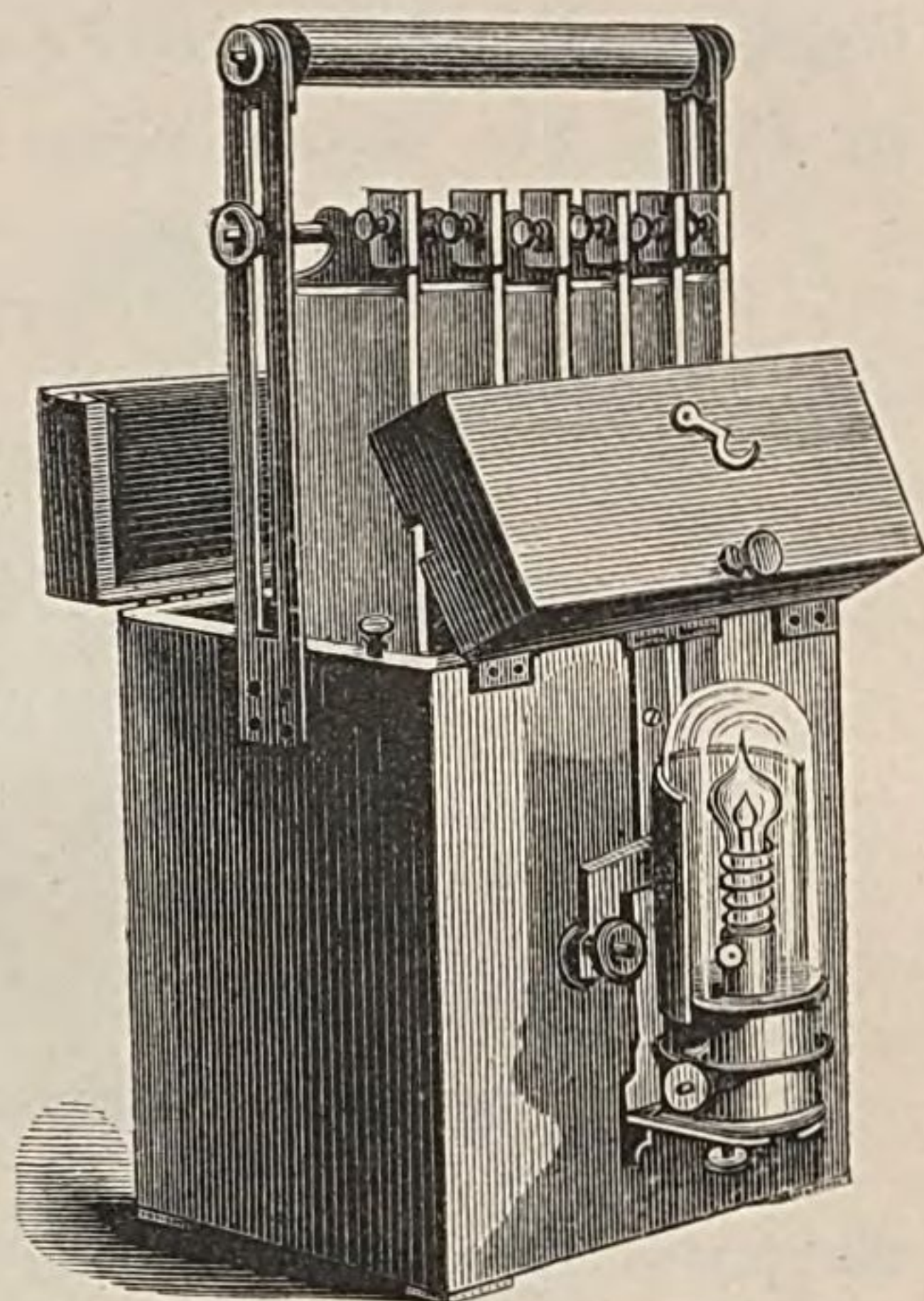
Die Lampe lässt sich in Folge ihres geringen Gewichtes (7 Kg. in gefülltem Zustande) leicht transportiren und ist für manche Zwecke recht bequem. Gegen

die Anwendung derselben für militärische Zwecke zu Minen-Apparaten sprechen jedoch zwei Uebelstände. Bei zufälligem Umstürzen des Kastens erlischt nämlich die Lampe sofort, da die Füllflüssigkeiten der Elemente (Kupfervitriollösung und verdünnte Schwefelsäure) hierbei entleert werden. Ferner ist, wegen der gedrängten Anordnung der Elemente, die Füllung derselben ziemlich schwierig und umständlich, so dass selbe von ungeübten Händen kaum bewerkstelligt werden kann.

Um diesen Uebelständen abzuhelpfen, ist von Herrn k. k. Oberst des Geniestabes J. Kistersitz eine andere tragbare Glühlampe konstruiert worden, bei welcher ein Verschütten der Flüssigkeiten durch Umstürzen der Lampe nicht eintritt. Dieselbe besteht aus vier Zink-Kohle-

Elementen von cylindrischer Form, welche ebenfalls in einem kleinen Holzkasten untergebracht sind. Die Glasgefäße werden hierbei durch einen aufschraubbaren Deckel aus Hartgummi verschlossen und wird durch eine Zwischenlage von Kautschuk der wasserdichte Abschluss bewirkt. An diesen Deckel sind die Zinkcylinder und Kohlenstäbe ebenfalls durch Schrauben befestigt und ferner eine poröse Thonzelle in denselben eingekittet. Zur Füllung dient verdünnte Schwefelsäure für die Zinke und Chromsäure für die Kohlen-Elektroden. Die Lichtstärke

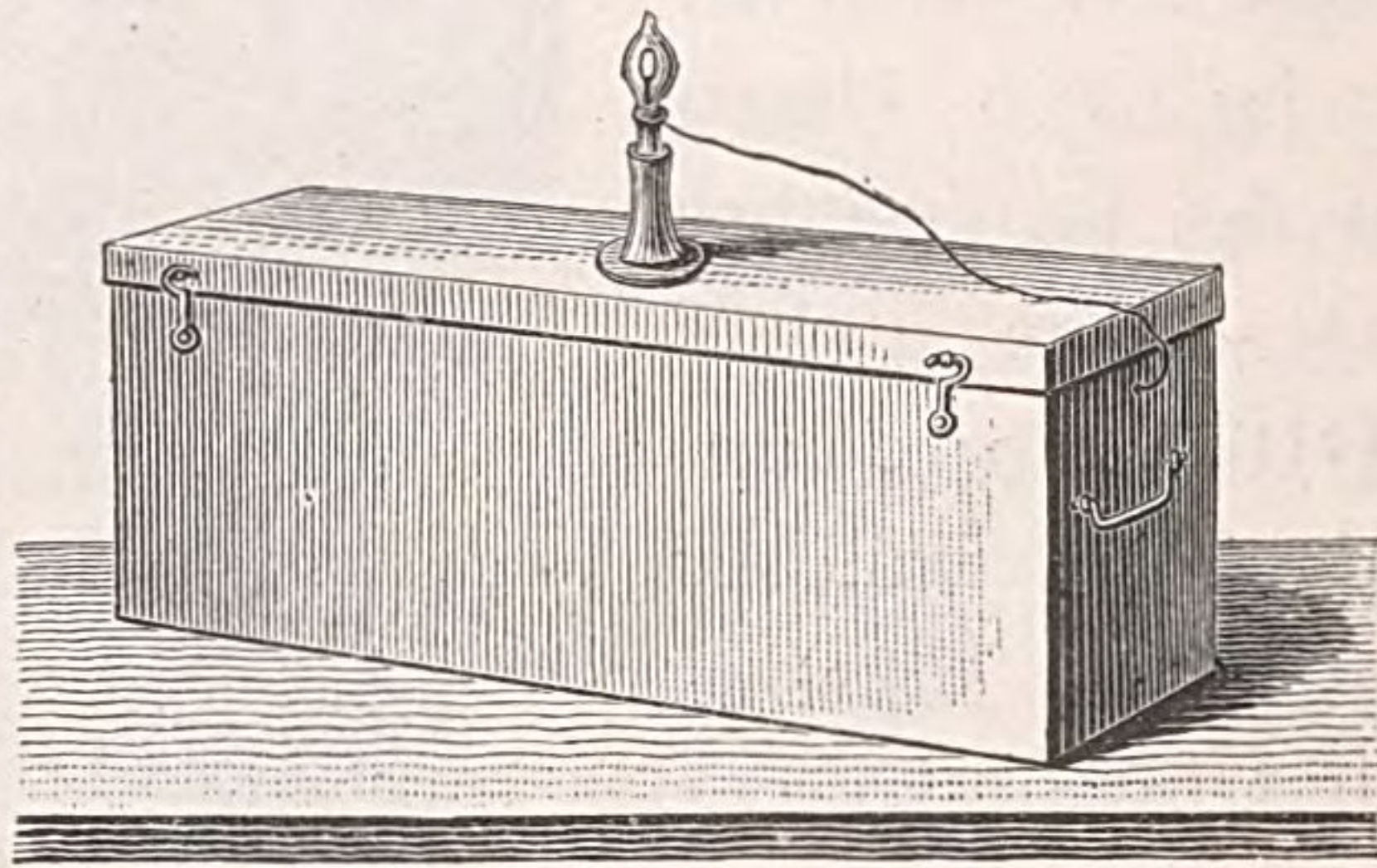
Fig. 67.



der an der Aussenseite des Kastens befestigten kleinen Swan-Lampe beträgt sieben bis acht Normalkerzen, die Brenndauer etwa acht Stunden. Eine derartige Lampe ist gegenwärtig auf der elektrischen Ausstellung in Wien ausgestellt und hat auch der Verfasser an der Construction derselben theilweise mitgewirkt.

Eine von Mr. Paterson construirte Glühlampe mit tragbarer Batterie, welche auf der elektrischen Ausstellung in Paris zu sehen war, ist in nachstehender Fig. 68

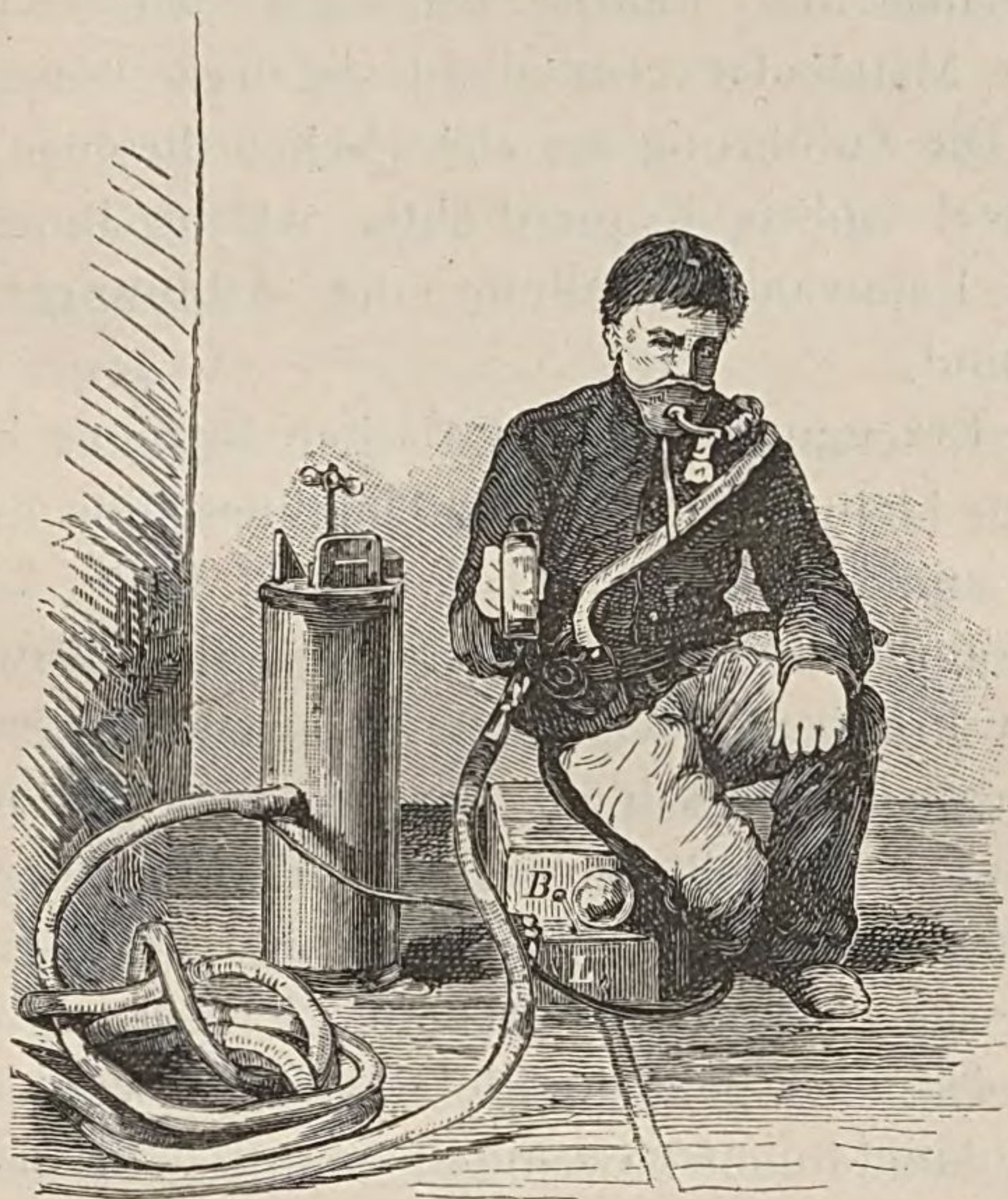
Fig. 68.



dargestellt. In dem länglichen Kästchen sind fünf gewöhnliche Chromsäure-Elemente enthalten, welche eine kleine Swan'sche Glühlampe zum Leuchten bringen. Letztere ist auf einem separaten Postamente aufgestellt und durch Drähte mit den Polklemmen der Batterie verbunden. Die Lichtstärke soll fünf Normalkerzen betragen. Die Lampe ist speciell für den Gebrauch in photographischen Dunkelkammern bestimmt, in welchen durch Aetherdämpfe leicht Explosionen möglich sind, und ist selbe daher mit einem rubinrothen Umfangglase umgeben.

Eine von dem Verfasser erdachte Anordnung einer elektrischen Glühlampe für die specielle Verwendung von Minen-Rettungs-Apparaten oder Taucher-Apparaten ist in untenstehender Fig. 69 dargestellt. Der zur rechten Seite des Soldaten befindliche Cylinder mit Handhabe stellt den Blasebalg dar, mittelst welchem die zum

Fig. 69.



Athmen erforderliche Luft zugepumpt wird. Von dem Blasebalg führt ein dicker Kautschukschlauch, dessen Länge bis zu 100 Meter und darüber genommen werden kann, zu dem Leibriemen des Mineurs, von wo ein dünnerer Schlauch über den Rücken des Mannes bis zum Mundverschlusse geleitet ist.

Die kleine elektrische Lampe hält der Soldat in seiner rechten Hand. Dieselbe ist in einen starkwandigen

Glascylinder mit Metallfassung eingeschlossen und kann mittelst eines Hähchens auch an den Leibriemen des Mineurs oder eventuell in ein Knopfloch eingehängt werden. Da das Gewicht der Lampe nur 300 Gramm beträgt, so wird der Mineur oder Taucher hierdurch in keiner Weise belästigt und hat beide Hände zur Arbeit frei. Eine kurze, einerseits an dem Leibriemen, andererseits an dem Gehäuse der Lampe befestigte Seidenschnur mit doppelter Metallader ermöglicht die freie Bewegung der Lampe. Die Zuführung des elektrischen Stromes geschieht durch zwei isolirte Kupferdrähte, welche innerhalb der äusseren Leinwandumhüllung des Athmungsschlauches geführt sind.

Zur Erzeugung des elektrischen Stromes kann entweder eine kleine Gramme'sche Handmaschine mit Jamin'schem Lamellenmagnet (Fig. 70 auf Seite 237) oder eine gewöhnliche Batterie aus Chromsäure-, Bunsen- oder sonstigen kräftigen Elementen angewendet werden. Die stromerzeugende Maschine oder Batterie wird neben der Luftpumpe aufgestellt, ausserhalb des Minenganges oder bei Taucher-Apparaten auf dem Schiffe, und kann daher nach Massgabe des gewünschten Lichteffectes innerhalb gewisser Grenzen beliebig gross gewählt werden.

Um dem Mineur zu ermöglichen, Signale nach aussen zu geben, womit er anzeigen kann, ob er bei dem jeweiligen Tempo des Luftpumpens nicht zu viel oder zu wenig Luft zum Athmen erhält, was ich für sehr wichtig erachte, ist ferner an dem Gürtel des Mannes ein Taster angebracht. Sobald auf denselben gedrückt wird, ertönt ein elektrisches Läutewerk *L*, welches an dem Kasten *B* der galvanischen Batterie oder der kleinen Handmaschine, welche sich, wie aus Fig. 69 zu sehen, neben der Luft-

pumpe befindet, angebracht ist. Ebenso giebt dieses Läutewerk automatisch ein sehr energisches Allarm-signal, wenn durch irgend welchen Zufall die Lampe des Mineurs erlöschen oder zerbrechen sollte, und es kann die Glocke nicht früher zur Ruhe gebracht werden, bevor die entstandene Störung nicht vollkommen behoben ist.

Für Minen-Rettungs-Apparate würde ich die Anwendung der in Fig. 70 dargestellten Handmaschine jener von galvanischen Elementen weitaus vorziehen. Wenn nämlich die Nothwendigkeit eintritt, mittelst des Rettungs-Apparates einen in dem Minengange der Erstickungs-gefahr ausgesetzten Arbeiter zu retten, so ist die elektrische Lampe mit Handmaschine zur sofortigen Anwendung bereit und die Möglichkeit eines Versagens der Lampe so gut wie ausgeschlossen.

Bei Anwendung von Elementen müssen dieselben dagegen erst gefüllt werden, was immerhin mindestens 10 bis 15 Minuten Zeit erfordert, und kann überdies in der Eile leicht eine falsche Schaltung unterlaufen, wodurch die Functionirung des Apparates in Frage gestellt wird. Das einzige Bedenken, welches gegen die Anwendung der Handmaschinen spricht, ist der hohe Preis derselben. Während nämlich eine für den in Rede stehenden Zweck geeignete Batterie nur etwa 20 Gulden österr. Währ. kostet, beträgt der Preis einer kleinen Gramme'schen Handmaschine 250 Gulden und darüber.

Für Minen-Rettungs-Apparate würde eine Lichtstärke der Lampe von acht bis zehn Kerzen vollkommen genügen, für Taucher-Apparate dagegen würden wohl Lampen von 35 bis 40 Kerzen Helligkeit nothwendig sein. Daher würde es sich empfehlen, für ersteren Zweck eine kleine Gramme'sche Handmaschine, für letzteren

die erforderliche Anzahl von galvanischen Elementen zu wählen. Eine derartige Lampe für einen Minen-Rettungs-Apparat, jedoch nur mit sechs Chromsäure-Elementen versehen, ist gegenwärtig auf der elektrischen Ausstellung in Wien exponirt.

6. Anwendung des elektrischen Lichtes für Signalgebung.

Die Anwendung des elektrischen Lichtes für optische Signalgebung haben wir bereits im I. Abschnitte dieses Bandes, Seite 45, erörtert, bei Besprechung der Heliotrope und Signalfernrohre, und wollen wir dies nur durch Beschreibung der in Fig. 70 abgebildeten Handmaschine von Gramme ergänzen.

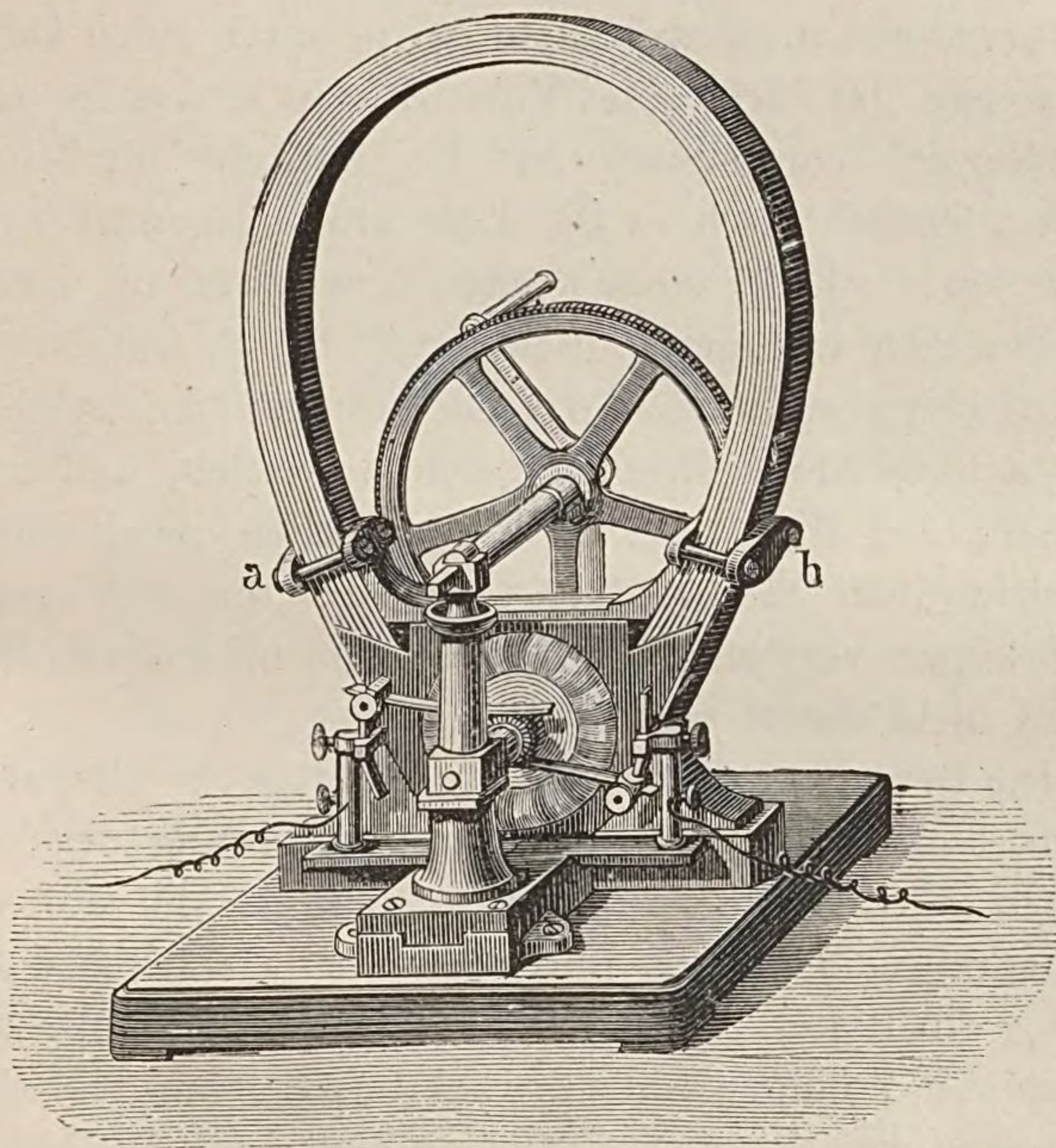
Das Charakteristische dieser Maschine ist die besondere Form und Zusammensetzung des Stahlmagnets. Derselbe wurde von Professor Jamin in Paris construiert und besteht aus 20 bis 30 dünnen Stahllamellen, welche durch zwei seitliche Klemmschienen fest zusammengepresst sind, an ihren unteren Enden aber etwas auseinandertreten und in massive Polschuhe übergehen. Durch diese eigenthümliche Anordnung wird das Maximum der Stärke erreicht, welches man einem Stahlmagnete ertheilen kann, und nennt daher Jamin einen Magnet dieser Form einen Normalmagnet.

Zwischen den Polschuhen desselben ist in Fig. 70 ein Gramme'scher Ringinductor angebracht, welcher durch ein Zahnrad mit Kurbel in rasche Rotation versetzt werden kann, wobei ein elektrischer Strom entsteht, welcher durch die seitlichen Drahtbürsten zu den Polklemmen geführt wird. Die Stärke des so erzeugten elektrischen Stromes kommt etwa derjenigen von acht Bunsen'schen Elementen gewöhnlicher Grösse gleich und

kann hierbei die Maschine ohne starke Kraftanstrengung ziemlich lange in gleichmässiger Rotation erhalten werden.

Für stärkere Lichterzeugung sind etwas grössere Handmaschinen gebaut worden, welche durch zwei oder vier Mann bewegt werden und einen Kraftaufwand von

Fig. 70.



$\frac{1}{2}$, 1 und 2 Pferdekraft erfordern. Die Stromstärke ist hierbei natürlich bedeutend stärker und können Lichter bis zu 1200 Normalkerzen Stärke auf diese Weise hervor-gebracht werden; allerdings nicht auf sehr lange Zeit, oder nur in Intervallen. Maschinen dieser Art für Hand-betrieb sind von sehr vielen Firmen zu beziehen, so

von Gramme, Siemens, Fein etc., insbesondere zeichnen sich aber auch die von Kröttlinger in Wien construirten Handmaschinen durch relativ grossen Effect bei nicht bedeutendem Kraftaufwande aus.

Eine eigenthümliche Art der elektrischen Signalgebung durch elektrisches Licht bei Nacht, welche wir noch erwähnen müssen, besteht darin, durch einen kleinen Hohlspiegel das Licht eines Volta-Bogens senkrecht gegen den Himmel emporzurichten. Es entsteht hierbei ein ausserordentlich hoch in die Luft emporragender Lichtstrahl von der Form eines Kometen, welcher aus grossen Entfernungen wahrgenommen wird. Durch kürzere und längere Unterbrechungen des Lichtes kann ein Alphabet nach Art der Morse-Zeichen gebildet werden, und ist es möglich, auf diese Art selbst zwischen zwei solchen Signalstationen Zeichen zu wechseln, die sich gegenseitig wegen vorstehenden Hügeln und niedrigeren Berg Rücken nicht direct sehen können.

Die Bewohner der Sommerfrischen in der Umgebung Wiens hatten Gelegenheit, diese Erscheinung des elektrischen Lichtstrahles zu beobachten, da die auf dem Ausstellungsgebäude der Internationalen elektrischen Ausstellung im Prater aufgestellten Elektrischen Lampen mit Reflectoren, kometenähnliche Lichtbüschel am Horizonte erzeugten, die auf grosse Entfernungen bis Baden und gegen Neustadt hin sichtbar wurden.

Schlusswort.

Ausser den in den vorangegangenen Abschnitten besprochenen Anwendungen der Elektrizität für militärische Zwecke giebt es wohl noch eine ganze Reihe anderer Verwendungsweisen, welche mehr oder weniger direct auch für Kriegszwecke nutzbar gemacht werden können und gemacht werden. So beispielsweise die Galvanoplastik, welche geradezu ein separates Wissensgebiet für sich bildet und für die rasche Vervielfältigung von Landkarten und Plänen von hoher Bedeutung ist, und somit auch dem Militär gute Dienste leistet. Ferner die Anwendung der Elektrizität in der Heilkunde, welche die Construction von mancherlei Apparaten hervorgerufen hat, die für den Krieg möglicherweise von Bedeutung sein können; so beispielsweise elektrische Sonden zur Auffindung der Gewehrkugel in einer Schusswunde und ähnliche andere Apparate.

Ferner giebt es recht zahlreiche Apparate und Projecte, welche für specielle militärische Verwendungen in Vorschlag gebracht wurden. So beispielsweise das Mikrophon als Horch-Apparat in Minengängen und im Vorfelde von Festungen; ferner wurde auch die Anwendung des Mikrophons zur Bestimmung der Flugzeiten der Geschosse vorgeschlagen. Zur Distanzmessung sind ebenfalls elektrische Distanz-Messapparate construirt und zum Gebrauche

für militärische Zwecke eingeführt worden, so der elektrische Küstendistanzmesser von Siemens und jener von Le Goarant de Tromelin. Elektrische Sicherheits-Apparate zur automatischen Anzeige von Temperaturen in Sprengmittelfabriken und Laboratorien, elektrische Apparate zum Studium des Hufganges und zur Zähmung wilder Pferde, elektrische Kraftübertragung für Betrieb kleiner elektrischer Bahnen innerhalb Festungen, Verstärkung von Hindernissen durch elektrische Spannungsströme und noch verschiedene andere Anwendungen der Elektrizität für militärische Zwecke könnten genannt werden.

Es würde jedoch den Rahmen vorliegenden Buches überschritten haben, wenn wir auf alle diese Gegenstände, welche, in den verschiedenen Bänden der Elektro-Technischen Bibliothek vertheilt, schon ausführlich besprochen sind, hier ebenfalls hätten näher eingehen wollen.

In dem Vorangegangenen glauben wir das Wichtigste hervorgehoben zu haben, um eine allgemeine Uebersicht über „die militärischen Anwendungen der Elektrizität“ zu geben. Inwieweit die von uns angestrebte klare Darstellung gelungen und ob nicht einzelne Lücken sich fühlbar machen, müssen wir dem gütigen Urtheile des Lesers anheimstellen, indem wir hiermit unser Werk abschliessen.

Elektro-technische Bibliothek.

Die Sammlung wird unter dem Gesamttitel »Elektro-technische Bibliothek« das ganze Gebiet der angewendeten Elektrizitätslehre in selbstständigen Bänden umfassen, von denen jeder durchschnittlich 15 Bogen stark sein wird, und werden in dem Texte mehr als 1000 Abbildungen enthalten sein.

Jeder Band wird ein in sich abgeschlossenes Ganzes bilden, jedoch wird der geistige Zusammenhang der einzelnen Bände, die hervorragende Fachmänner zu Verfassern haben, aufrecht erhalten werden, so dass dieselben in ihrer Vereinigung als ein Compendium der angewendeten Elektrizitätslehre benutzt werden können.

Die Verfasser und die Verlagshandlung haben sich die Aufgabe gestellt, in der »Elektro-technischen Bibliothek« ein Werk zu schaffen, welches, durch Berücksichtigung aller neuen Fortschritte auf dem Gebiete der Wissenschaft, dem Elektro-Techniker ein Mittel an die Hand giebt, sich über alle ihm während der Ausübung seines Berufes vorkommenden Fragen sofort Aufklärung zu verschaffen, ohne dass er es nöthig hat, sich die für ihn wichtigen Resultate aus compendiösen theoretischen Werken selbst zusammenzusuchen, und, um auch dem theoretischen Bedürfniss Genüge zu thun, werden einige Bände der Sammlung eine Art theoretischen Supplementes bilden.

Der Plan und die Anlage der »Elektro-technischen Bibliothek« sind aus der nachfolgenden Inhaltsübersicht leicht erkenntlich.

I. Band. Die magnet-elektrischen und dynamo-elektrischen Maschinen. 4. Aufl. — II. Band. Die elektrische Kraftübertragung. 2. Aufl. — III. Band. Das elektrische Licht. 2. Aufl. — IV. Band. Die galvanischen Batterien. 2. Aufl. — V. Band. Die Telegraphie. — VI. Band. Telephon, Mikrophon und Radiophon. — VII. Band. Die Elektrolyse, Galvanoplastik und Reinmetall-Gewinnung. — VIII. Band. Die elektrischen Mess- und Präcisions-Instrumente. — IX. Band. Die Grundlehren der Elektrizität. — X. Band. Elektrisches Formelbuch. Terminologie in deutscher, französischer und englischer Sprache. — XI. Band. Die elektrischen Beleuchtungsanlagen. 2. Aufl. — XII. Band. Die elektrischen Einrichtungen der Eisenbahnen und das Signalwesen. — XIII. Band. Elektrische Uhren und Feuerwehr-Telegraphie. — XIV. Band. Haus- und Hôtel-Telegraphie. — XV. Band. Die Anwendung der Elektrizität für militärische Zwecke. — XVI. Band. Die elektrischen Leitungen und ihre Anlage für alle Zwecke der Praxis. — XVII. Band. Die elektrische Eisenbahn bezüglich ihres Baues und Betriebes. — XVIII. Band. Die Elektro-Technik in der Heilkunde. — XIX. Band. Die Spannungs-Elektrizität und ihre technischen Anwendungen. — XX. Band. Die Welt-Literatur der elektro-technischen Wissenschaft, 1860 bis 1883.

u. s. w., u. s. w.

In Bänden à 15 bis 20 Bogen, mit zusammen mehr als 1000 Abbildungen, zum Preise von je 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark = 4 Fr. = 1 R. 80 Kop. per Band geh., oder gbdn. à Band 2 fl. 20 kr. ö. W. = 4 Mark = 5 Fr. 35 Cts. = 2 R. 40 Kop.

Jeder Band für sich vollkommen abgeschlossen und einzeln zu haben.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Elektro-technische Bibliothek.

In reich illustrierten Bänden, geheftet à 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark = 4 Francs
= 1 R. 80 Kop.; elegant gebunden à 2 fl. 20 kr. ö. W. = 4 Mark = 5 Fr. 35 Cts.
= 2 R. 40 Kop.

Inhalt der Sammlung:

I. Band. Die magnet-elektrischen und dynamo-elektrischen Maschinen und die sogenannten Secundär-Batterien, mit besonderer Rücksicht auf ihre Construction. Von Gustav Glaser-De Cew. Vierte Auflage. — II. Band. Die elektrische Kraftübertragung und ihre Anwendung in der Praxis, mit besonderer Rücksicht auf die Fortleitung und Vertheilung des elektrischen Stromes. Von Eduard Japing. Zweite Auflage. — III. Band. Das elektrische Licht. Von Dr. A. v. Urbanitzky. Zweite Auflage. — IV. Band. Die galvanischen Batterien, Accumulatoren und Thermosäulen. Eine Beschreibung der hydro- und thermo-elektrischen Stromquellen, mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse der Praxis. Von W. Ph. Hauck. Zweite Auflage. — V. Band. Die Verkehrs-Telegraphie, mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse der Praxis. Von J. Sack. — VI. Band. Telephon, Mikrophon und Radiophon, mit besonderer Rücksicht auf ihre Anwendungen in der Praxis. Von Theodor Schwartze. — VII. Band. Die Elektrolyse, Galvanoplastik und Reinmetall-Gewinnung, mit besonderer Rücksicht auf ihre Anwendung in der Praxis. Von Eduard Japing. — VIII. Band. Die elektrischen Mess- und Präcisions-Instrumente, sowie die Instrumente zum Studium der statischen Elektrizität, mit besonderer Rücksicht auf ihre Construction. Ein Leitfaden der elektrischen Messkunde. Von A. Wilke. — IX. Band. Die Grundlehren der Elektrizität, mit besonderer Rücksicht auf ihre Anwendungen in der Praxis. Von W. Ph. Hauck. — X. Band. Elektrisches Formelbuch mit einem Anhang, enthaltend die elektrische Terminologie in deutscher, französischer und englischer Sprache. Von Prof. Dr. P. Zech. — XI. Band. Die elektrischen Beleuchtungs-Anlagen, mit besonderer Berücksichtigung ihrer praktischen Ausführung. Von Dr. A. von Urbanitzky. Zweite Auflage. — XII. Band. Die elektrischen Einrichtungen der Eisenbahnen und das Signalwesen. Von L. Kohlfürst. — XIII. Band. Die elektrischen Uhren und die Feuerwehr-Telegraphie. Von Dr. A. Tobler. — XIV. Band. Haus- und Hôtel-Telegraphie. Von O. Canter. — XV. Band. Die Anwendung der Elektrizität für militärische Zwecke. Von Dr. Fr. Waechter. — XVI. Band. Die elektrischen Leitungen und ihre Anlage für alle Zwecke der Praxis. Von J. Zacharias. — XVII. Band. Die elektrische Eisenbahn bezüglich ihres Baues und Betriebes. Von Josef Krämer. — XVIII. Band. Die Elektro-Technik in der Heilkunde. Von Prof. Dr. Rudolf Lewandowski. — XIX. Band. Die Spannungs-Elektrizität und ihre technischen Anwendungen. Von Prof. K. W. Zenger. — XX. Band. Die Welt-Literatur der elektro-technischen Wissenschaft 1860—1883. Von Gustav May.

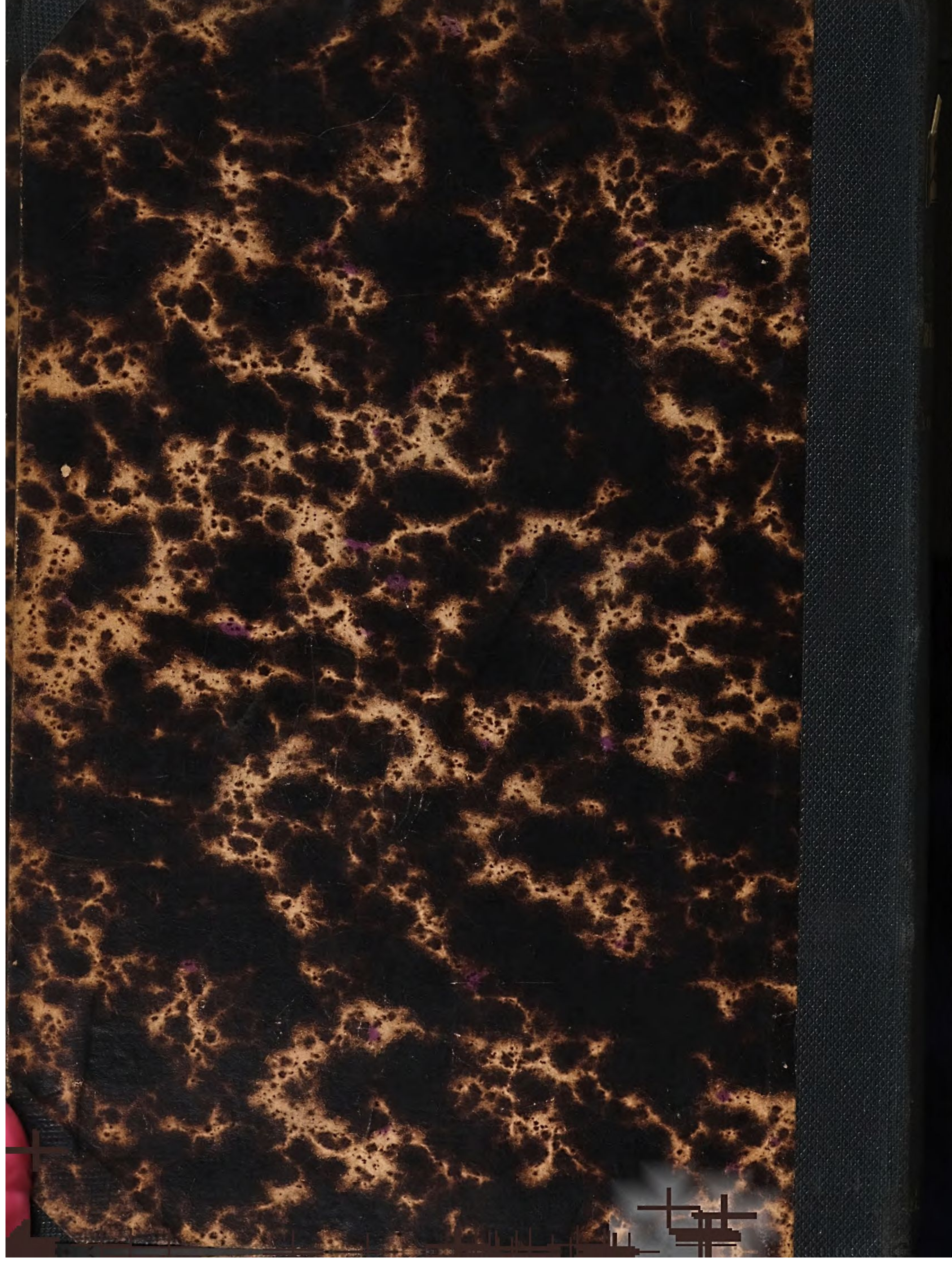
u. s. w., u. s. w.

Jeder Band ist für sich vollkommen abgeschlossen und einzeln käuflich.
Preis geheftet à 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark = 4 Francs = 1 R. 80 Kop.;
elegant gebunden à 2 fl. 20 kr. ö. W. = 4 Mark = 5 Fr. 35 Cts. = 2 R. 40 Kop.
Die Sammlung kann auch in Lieferungen à 30 Kr. ö. W. = 60 Pf. = 80 Cts.
= 36 Kop. bezogen werden.

Einzelne Werke werden nur in der Bandausgabe abgegeben.

Einbanddecken pro Band 40 Kr. ö. W. = 75 Pf. = 1 Fr. = 45 Kop.

Haeusler



Wächter, Friedrich

Die Anwendung der Elektrizität für militärische Zwecke eine
übersichtliche Zusammenstellung der wichtigsten für Kriegszwecke
angewendeten elektrischen Apparate

Wien [u.a.] 1883

Techn. 24 su-15

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11888794-1